

NOUVEAU GRAND PARIS

GRAND PARIS EXPRESS LE RÉSEAU DE TRANSPORT PUBLIC DU GRAND PARIS



LIGNE 18 : AÉROPORT D'ORLY < > VERSAILLES CHANTIERS (LIGNE VERTE)

LIGNE 18

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

Hiver 2015 - 2016

PIÈCE **G.2**

Étude d'impact

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

Sommaire

I. Description du projet retenu	11	3.1. Système de transport et matériel roulant	49
1. Présentation de la ligne verte (Ligne 18)	13	3.2. Offre de transport et service proposé	49
1.1. Caractéristiques de la Ligne 18	13	3.2.1. Phase 1 – Horizon 2024	49
1.2. Plan général de la Ligne 18	14	3.2.2. Phase 2 – Horizon 2030	50
1.3. Plan détaillé de la Ligne 18	16	3.2.3. Evolutivité de la ligne après 2030	50
1.3.1. Section Aéroport d’Orly – Antonypôle	16	4. Eco-conception du projet et des travaux associés	50
1.3.2. Section Antonypôle – Massy-Palaiseau	16	5. Déroulement de la phase chantier	52
1.3.3. Section Massy-Palaiseau – Orsay-Gif	19	5.1. Travaux préparatoires	52
1.3.4. Section Orsay-Gif – Saint Quentin Est	19	5.2. Travaux de génie civil	52
1.3.5. Section Saint-Quentin Est – Versailles Chantiers	23	5.3. Travaux d’équipements	52
2. Description des ouvrages du projet	25	II. Esquisse des principales solutions examinées et raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu	53
2.1. Les gares	25	1. Processus de décision et de concertation du projet	55
2.1.1. Caractéristiques générales des gares	25	2. Variante de localisation du site de maintenance	57
2.1.2. Présentation des gares de la ligne	26	2.1. Méthodologie	57
2.1.3. Principes de réalisation	35	2.2. Présentation des localisations envisagées	57
2.2. Les mesures conservatoires pour la réalisation future de la gare CEA Saint-Aubin	37	2.3. Analyse des localisations envisagées	58
2.3. Le tunnel et les puits de tunnelier	38	3. Méthodologie	59
2.3.1. Caractéristiques générales du tunnel	38	3.1. Approche mixte gare / tracé	59
2.3.2. Principes de réalisation et mise en œuvre des tunneliers	38	3.2. Définition des objectifs de conception du projet	60
2.3.3. Autres méthodes de réalisation des ouvrages souterrains	41	3.2.1. Principes directeurs	60
2.4. Le viaduc	41	3.2.2. Contraintes de tracé	60
2.4.1. Caractéristiques générales du viaduc	41	3.3. Critères d’évaluation retenus	60
2.4.2. Ouvrage de franchissement de la N118	42	3.3.1. Tracé	61
2.4.3. Les accès de secours au viaduc	43	3.3.2. Gares	61
2.4.4. Principe de réalisation du viaduc	43	3.3.3. Matériel roulant	63
2.5. Les zones de transition entre viaduc et tunnel	44	4. Scénarios des variantes d’insertion du tracé et des gares	64
2.6. Les ouvrages annexes	45	4.1. D’Aéroport d’Orly à Antonypôle	64
2.6.1. Caractéristiques générales et localisation	45	4.1.1. Tracé	64
2.6.2. Fonctionnalités	46	4.1.2. Gare Antonypôle	65
2.6.3. Principe de réalisation	46	4.2. D’Antonypôle à Massy-Palaiseau	66
2.7. Le site de maintenance et raccordement	47		
2.7.1. Localisation	47		
2.7.2. Fonctionnalités	47		
2.7.3. Raccordement du site de maintenance à la ligne	48		
3. Caractéristiques d’exploitation du projet	49		

4.2.1.	Tracé	66	1.3.3.	Impacts et mesures liés aux anciennes carrières.....	98
4.2.2.	Gare Massy Opéra.....	67	1.3.4.	Impacts et mesures en phase chantier liés à la dissolution du gypse	102
4.2.3.	Gare Massy – Palaiseau	68	1.3.5.	Impact et mesures liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles.....	105
4.3.	Montée sur le plateau de Saclay.....	68	1.3.6.	Impact de la géologie sur les techniques constructives	107
4.3.1.	Présentation des variantes de tracé étudiées	68	1.3.7.	Impacts et mesures en phase post-chantier.....	108
4.3.2.	Analyse des variantes	69	1.3.8.	Synthèse des impacts et mesures concernant la géologie et les risques associés	109
4.4.	Quartier de l'Ecole Polytechnique	69	1.4. Eaux souterraines et risques associés	110	
4.4.1.	Tracé	69	1.4.1.	Rappel des principales caractéristiques hydrogéologiques et enjeux identifiés	110
4.4.2.	Gare Palaiseau	72	1.4.2.	Positionnement de l'infrastructure vis-à-vis des aquifères	111
4.5.	De la N118 à l'ouest du CEA	72	1.4.3.	Implantation des ouvrages vis-à-vis du contexte géologique.....	115
4.5.1.	Tracé	72	1.4.4.	Prise en compte des phénomènes de remontée de nappe en phase travaux et exploitation	122
4.5.2.	Gare Orsay-Gif	73	1.4.5.	Enjeux vis-à-vis d'un projet de métro souterrain	123
4.5.3.	Gare CEA Saint-Aubin.....	74	1.4.6.	Impacts et mesures en phase chantier liés à la construction du tunnel concernant l'hydrogéologie	125
4.6.	Du CEA à Saint-Quentin Est	75	1.4.7.	Impacts en phase chantier liés à la construction des ouvrages concernant l'hydrogéologie.....	126
4.6.1.	Tracé	75	1.4.8.	Impacts et mesures lié à la phase d'exploitation concernant l'hydrogéologie	129
4.6.2.	Gare Saint-Quentin Est	76	1.4.9.	Synthèse des impacts et mesures concernant l'hydrogéologie.....	138
4.7.	De Saint-Quentin Est à Satory	77	1.5. Eaux superficielles et risques associés	140	
4.7.1.	Tracé	77	1.5.1.	Rappel des enjeux liés aux eaux superficielles et aux risques associés	140
4.7.2.	Gare Satory	79	1.5.2.	Impacts et mesure en phase chantier	140
4.8.	De Satory à Versailles Chantiers	80	1.5.3.	Impacts et mesures en phase exploitation.....	146
4.8.1.	Tracé	80	1.5.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant les eaux superficielles et les risques associés	148
4.8.2.	Gare Versailles Chantiers	81	1.6. Pollution et qualité du milieu souterrain.....	151	
5.	Scénarios de localisation des puits de départ tunnelier.....	82	1.6.1.	Rappel des enjeux liés à la pollution et à la qualité des sols	151
6.	Scénarios de localisation des ouvrages annexes.....	82	1.6.2.	Méthodologie et stratégie de maîtrise des risques de pollution.....	151
7.	Choix du matériel roulant.....	83	1.6.3.	Typologie d'impact lié à la pollution du milieu souterrain	154
7.1.	Matériels roulants envisagés.....	83	1.6.4.	Impact et mesures liés à la construction et à l'exploitation du tunnel souterrain	155
7.2.	Analyse multicritère des variantes de matériel roulant	84	1.6.5.	Impact et mesures liés à la construction et à l'exploitation des zones des tranchées couvertes et ouvertes 156	
III.	Analyse des impacts et présentation des mesures associées	86	1.6.6.	Impact et mesures liés à la construction et à l'exploitation du viaduc et des piles.....	157
1.	Milieu physique	88	1.6.7.	Impact et mesures liés à la construction et à l'exploitation des ouvrages annexes et puits tunnelier	157
1.1.	Climat	88	1.6.8.	Impact et mesures liés à la construction et à l'exploitation des gares et du site de maintenance	158
1.1.1.	Rappel des enjeux liés au climat.....	88	1.6.9.	Mesures générales retenues pour la gestion des milieux pollués en phase chantier	166
1.1.2.	Impacts et mesures en phase chantier	88	1.6.10.	Mesures retenues pour la gestion des milieux pollués en phase exploitation.....	166
1.1.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation	88	1.6.11.	Synthèse des impacts et mesures liés à la qualité du milieu souterrain	167
1.1.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant le climat	88	2. Faune, flore, milieux naturels	168	
1.2.	Relief.....	89	2.1. Evaluation d'incidence sur les sites Natura 2000	168	
1.2.1.	Rappel des enjeux liés au relief.....	89	2.1.1.	Rappel des enjeux liés au réseau européen Natura 2000 et identification des entités du site Natura 2000 concernées par l'évaluation d'incidence.....	168
1.2.2.	Impacts et mesures en phase exploitation	90	2.1.2.	Analyse des incidences potentielles du projet sur les sites Natura 2000 dans ou à proximité du fuseau d'étude 170	
1.2.3.	Synthèse des impacts et mesures concernant le relief.....	91	2.1.3.	Synthèse des incidences et mesures concernant les sites Natura 2000.....	178
1.3.	Géologie et risques associés.....	92	2.2. Faune, flore milieux naturels.....	181	
1.3.1.	Méthodologie retenue et maitrise des risques.....	92	2.2.1.	Rappel des enjeux liés à la faune, la flore et les milieux naturels	181
1.3.2.	Rappel du contexte géologique au droit du projet et enjeux liés à la géologie.....	93	2.2.2.	Méthodologie retenue dans l'analyse des impacts et la définition de mesures	181
			2.2.3.	Habitats naturels et semi-naturels	182
			2.2.4.	Flore	190

2.2.5.	Oiseaux	198	4.1.4.	Impacts et mesures en phase exploitation sur le paysage	300
2.2.6.	Amphibiens	209	4.1.5.	Synthèse des impacts et mesures concernant le paysage	314
2.2.7.	Reptiles	215	5. Contexte pédologique, agricole et sylvicole.....	317	
2.2.8.	Insectes	217	5.1. Pédologie	317	
2.2.9.	Chauves-Souris.....	222	5.1.1.	Rappel des enjeux liés à la pédologie	317
2.2.10.	Mammifères non-volants.....	229	5.1.2.	Impacts et mesures en phase chantier	317
2.2.11.	Poissons	232	5.1.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	317
2.2.12.	Autres taxons (Mollusques continentaux et branchiopodes).....	233	5.1.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant la pédologie	318
2.2.13.	Stratégie de compensation des impacts résiduels notables sur la faune, la flore et les milieux naturels.....	236	5.2. Agriculture.....	319	
2.2.14.	Synthèse des impacts et mesures concernant la faune, la flore et les milieux naturels	240	5.2.1.	Rappel des enjeux liés à l'agriculture	319
2.3. Zones humides	244		5.2.2.	Méthodologie et stratégie de maîtrise des impacts.....	319
2.3.1.	Rappel des enjeux liés aux zones humides	244	5.2.3.	Impacts et mesures en phase chantier	320
2.3.2.	Méthodologie retenue dans l'analyse des impacts et la définition de mesures	244	5.2.4.	Impacts et mesures en phases exploitation	322
2.3.3.	Impacts et mesures du projet sur la faune, la flore et les milieux naturels en phase chantier	244	5.2.5.	Synthèse des impacts et mesures concernant le milieu agricole	324
2.3.4.	Impacts et mesures du projet sur la faune, la flore et les milieux naturels en phase d'exploitation	252	5.3. Sylviculture.....	326	
2.3.5.	Stratégie de compensation des impacts résiduels notables sur la faune, la flore et les milieux naturels.....	253	5.3.1.	Rappel des enjeux liés à la sylviculture	326
2.3.6.	Synthèse des impacts et mesures concernant les zones humides	254	5.3.2.	Impacts et mesures en phase chantier	326
2.4. Fonctionnalité et continuités écologiques.....	255		5.3.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	326
2.4.1.	Rappel des enjeux relatifs aux continuités écologiques	255	5.3.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant le milieu sylvicole	326
2.4.2.	Impacts et mesures en phase chantier	255	6. Milieu humain	327	
2.4.3.	Impacts et mesures en phase exploitation	256	6.1. Contexte démographique, emploi, occupation du sol.....	327	
2.4.4.	Mesures de suivi relatives aux continuités écologiques	257	6.1.1.	Rappel des enjeux.....	327
2.4.5.	Synthèse des impacts et mesures concernant les continuités écologiques	258	6.1.2.	Impacts et mesures en phase chantier	327
2.5. Services écosystémiques.....	259		6.1.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	328
2.5.1.	Analyse des milieux (semi)naturels à l'origine de services écosystémiques	262	6.1.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant la démographie, la population, les emplois et l'occupation du sol	333
2.5.2.	Analyse des services écosystémiques rendus au sein du fuseau d'étude	262	6.2. Activités économiques	334	
2.5.3.	Impacts et mesures du projet sur les services écosystémiques en phase chantier et exploitation	267	6.2.1.	Rappel des enjeux.....	334
2.5.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant les services écosystémiques	271	6.2.2.	Impacts et mesures en phase chantier	334
3. Patrimoine culturel, architectural et archéologique	274		6.2.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	335
3.1. Sites et monuments patrimoniaux	274		6.2.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant les activités économiques	336
3.1.1.	Rappel réglementaire et méthodologie d'approche pour qualifier les impacts.....	274	6.3. Réseaux et infrastructures souterraines.....	337	
3.1.2.	Rappel des enjeux liés aux sites et monuments patrimoniaux.....	274	6.3.1.	Rappel des enjeux.....	337
3.1.3.	Impacts et mesures en phase chantier sur les sites et monuments protégés.....	281	6.3.2.	Impacts et mesures en phase chantier sur les réseaux enterrés.....	337
3.1.4.	Impacts et mesures en phase exploitation sur les sites et monuments protégés.....	288	6.3.3.	Impacts et mesures en phase chantier sur le réseau électrique aérien	348
3.1.5.	Synthèse des impacts et mesures concernant les sites et monuments patrimoniaux	290	6.3.4.	Impacts et mesures en phase chantier sur les infrastructures de transports souterraines	349
3.2. Patrimoine archéologique.....	291		6.3.5.	Impacts et mesures en phase chantier sur les fondations et les niveaux de sous-sol.....	351
3.2.1.	Rappel des enjeux liés au patrimoine archéologique	291	6.3.6.	Synthèse des impacts et mesures concernant les réseaux et les infrastructures souterraines	354
3.2.2.	Impacts et mesures en phase chantier sur le patrimoine archéologique.....	291	6.4. Bâtiments et installations particuliers ou sensibles	357	
3.2.3.	Impacts et mesures en phase exploitation sur le patrimoine archéologique.....	292	6.4.1.	Rappel des enjeux.....	357
3.2.4.	Synthèse des impacts et mesures liés au patrimoine archéologique	292	6.4.2.	Impacts et mesures en phase chantier	357
4. Paysage	294		6.4.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	357
4.1. Généralités vis-à-vis des impacts sur le paysage	294		6.4.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant les bâtiments et installations particuliers ou sensibles.....	358
4.1.1.	Rappel des enjeux liés au paysage.....	294	6.5. Risques technologiques.....	359	
4.1.2.	Principes d'analyse et typologie des impacts potentiels	295			
4.1.3.	Impacts et mesures en phase chantier sur le paysage	295			

6.5.1.	Rappel des enjeux.....	359	8.5.1.	Rappel des enjeux.....	409
6.5.2.	Impacts et mesures en phase chantier.....	359	8.5.2.	Rappel des textes réglementaires applicables au projet.....	410
6.5.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	363	8.5.3.	Impacts et mesures générales en phase chantier.....	410
6.5.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant les risques technologiques.....	368	8.5.4.	Impacts et mesures liés aux travaux de réalisation de la section aérienne de la ligne.....	413
6.6.	Gestion des matériaux d'excavation.....	372	8.5.5.	Impacts et mesures liés à la construction du tunnel.....	417
6.6.1.	Rappel des enjeux liés à la gestion des déblais.....	372	8.5.6.	Impacts et mesures liés à la construction des gares, ouvrages annexes et du site de maintenance.....	419
6.6.2.	La planification et la définition des orientations de gestion des matériaux excavés engagées par la Société du Grand Paris.....	372	8.5.7.	Synthèse des impacts de la phase chantier.....	432
6.6.3.	Impacts et mesures en phase chantier.....	372	8.5.8.	Impacts directs et mesures en phase d'exploitation.....	436
6.6.4.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	375	8.5.9.	Synthèse des impacts et mesures concernant le bruit.....	465
6.6.5.	Synthèse des impacts et mesures concernant la gestion des déblais.....	376	8.6.	Vibrations.....	467
7.	Mobilité.....	377	8.6.1.	Rappel des enjeux.....	467
7.1.	Rappel des enjeux.....	377	8.6.2.	Description des mécanismes à l'origine des vibrations liées à l'exploitation du métro de la Ligne 18.....	467
7.2.	Impacts et mesures en phase chantier.....	377	8.6.3.	Méthodologie et stratégie de maîtrise des vibrations en phase exploitation.....	469
7.2.1.	Impacts directs : risque de perturbations temporaires de la circulation et de l'accessibilité.....	377	8.6.4.	Contexte réglementaire et valeurs cibles.....	469
7.2.2.	Impacts directs : risque de perturbations temporaires du fonctionnement des transports en commun.....	378	8.6.5.	La nature des risques d'impact vibratoire du projet.....	471
7.2.3.	Impacts indirects et interactions avec les autres chantiers.....	379	8.6.6.	Modélisation des impacts du viaduc en phase exploitation.....	474
7.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	379	8.6.7.	Modélisation des impacts du tunnel en phase exploitation.....	480
7.3.1.	Amélioration de la desserte et de l'offre/Restructuration du réseau.....	380	8.6.8.	Mesures d'accompagnement en phase exploitation.....	485
7.3.2.	Evolution de la demande en déplacements.....	380	8.6.9.	Synthèse des impacts et mesures concernant les vibrations.....	486
7.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant la mobilité.....	384	8.7.	Electromagnétisme.....	489
8.	Cadre de vie et santé publique.....	385	8.7.1.	Rappel des enjeux.....	489
8.1.	Sécurité routière.....	385	8.7.2.	Description des mécanismes à l'origine des ondes électromagnétiques liées à l'exploitation du métro de la Ligne 18.....	489
8.1.1.	Rappel des enjeux.....	385	8.7.3.	Impacts et mesures en phase chantier.....	490
8.1.2.	Impacts et mesure en phase chantier.....	385	8.7.4.	Impacts et mesures liés au tunnel en phase d'exploitation.....	491
8.1.3.	Impacts et mesure en phase d'exploitation.....	385	8.7.5.	Impacts et mesures liés au viaduc en phase d'exploitation.....	499
8.1.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant la sécurité routière.....	386	8.7.6.	Synthèse des impacts et mesures concernant les ondes électromagnétiques.....	502
8.2.	Energie.....	387	IV.	Synthèse des principaux impacts du projet et mesures associées.....	504
8.2.1.	Rappel des enjeux.....	387	8.7.7.	Impacts et mesures communs à l'ensemble de la ligne.....	506
8.2.2.	Impacts et mesures en phase chantier.....	387	8.7.8.	Impacts et mesures pour la section Orly - Palaiseau.....	510
8.2.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	388	8.7.9.	Impacts et mesures pour la section Palaiseau – Magny-les-Hameaux.....	519
8.2.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant la consommation énergétique.....	392	8.7.10.	Impacts et mesures pour la section Magny-les-Hameaux – Versailles.....	530
8.3.	Gaz à effet de serre.....	393	V.	Analyse des impacts cumulés avec les projets limitrophes connus.....	537
8.3.1.	Rappel des enjeux.....	393	1.	Définition des projets retenus pour l'analyse des effets cumulés.....	539
8.3.2.	Impacts et mesures en phase chantier.....	393	1.1.1.	Notion d'effets cumulés.....	539
8.3.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	395	1.1.2.	Méthodologie d'identification et de sélection des projets retenus pour l'analyse.....	539
8.3.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant les émissions de gaz à effets de serre.....	400	1.1.3.	Projets environnants retenus pour l'analyse des effets cumulés.....	543
8.4.	Qualité de l'air.....	401	2.	Présentation des projets environnants retenus pour l'analyse des impacts cumulés.....	546
8.4.1.	Rappel des enjeux.....	401	2.1.	Projets d'infrastructures de transport.....	546
8.4.2.	Impacts et mesures en phase chantier.....	401	2.1.1.	Projet d'aménagement d'une infrastructure multimodale RD36 du giratoire de Châteaufort à Massy Palaiseau.....	546
8.4.3.	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	402	2.1.2.	Prolongement du site propre de la ligne de bus Massy-Saint-Quentin-en-Yvelines entre l'Ecole Polytechnique et le Christ de Saclay.....	546
8.4.4.	Synthèse des impacts et mesures concernant la qualité de l'air.....	408	2.2.	Projets d'aménagement.....	547
8.5.	Bruit.....	409	2.2.1.	ZAC du quartier de l'Ecole polytechnique.....	547

2.2.2.	ZAC de Moulon	548
3.	Appréciation des principaux effets cumulés.....	549
VI.	Évaluation des impacts et des mesures à l'échelle du Grand Paris Express	559
1.	Méthodologie suivie	561
2.	Impacts et mesures par thématique environnementale	562
2.1.	Relief.....	562
2.1.1.	Impacts.....	562
2.1.2.	Mesures	562
2.2.	Géologie et risques associés.....	562
2.2.1.	Impacts.....	562
2.2.2.	Mesures	562
2.3.	Eaux souterraines et risques associés	563
2.3.1.	Impacts.....	563
2.3.2.	Mesures	563
2.4.	Eaux superficielles et risques associés	564
2.4.1.	Impacts.....	564
2.4.2.	Mesures	564
2.5.	Pollution et qualité du milieu souterrain	565
2.5.1.	Impacts.....	565
2.5.2.	Mesures	565
2.6.	Faune, flore et les milieux naturels.....	565
2.6.1.	Zones Natura 2000.....	565
2.6.2.	Habitats naturels, faune, flore	566
2.6.3.	Continuités écologiques.....	567
2.7.	Patrimoine culturel, architectural et archéologique	568
2.7.1.	Patrimoine culturel	568
2.7.2.	Patrimoine archéologique	568
2.8.	Paysage.....	568
2.9.	Contexte pédologique, agricole et sylvicole	568
2.10.	Milieu humain	569
2.10.1.	Population, emplois, occupation du sol.....	569
2.10.2.	Activités économiques.....	570
2.10.3.	Réseaux et infrastructures souterraines, bâtiments et installations particuliers ou sensibles	570
2.10.4.	Risques technologiques	571
2.10.5.	Gestion des terres excavées et des déchets du BTP	571
2.11.	Mobilité.....	572
2.12.	Cadre de vie et santé publique	576
2.12.1.	Sécurité routière	576
2.12.2.	Energie	576
2.12.3.	Gaz à effet de serre.....	578
2.12.4.	Qualité de l'air.....	580

2.12.5.	Bruit	583
2.12.6.	Les vibrations	584
2.12.7.	Les champs électromagnétiques	585

VII.	Compatibilité du projet avec l'affectation des sols, articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R.122-17 du code de l'environnement et prise en compte du Schéma de Cohérence Ecologique.....	587
1.	Compatibilité du projet avec les outils de structuration de l'espace.....	589
1.1.	Opérations d'Intérêt National (OIN)	589
1.1.1.	Opération d'Intérêt National (OIN) Orly-Rungis-Seine-Amont (ORSA).....	589
1.1.2.	Opération d'Intérêt National (OIN) Paris Saclay	589
1.2.	Contrats de Développement Territoriaux (CDT)	590
1.2.1.	CDIT Grand Orly	590
1.2.2.	CDT Paris Saclay Territoire Sud.....	590
1.2.3.	CDT Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines	590
1.3.	Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF)	591
2.	Compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme communaux.....	591
2.1.	PLU.....	591
2.2.	Servitudes aéronautiques.....	591
2.2.1.	Respect des servitudes aéronautiques de l'aéroport d'Orly	592
2.2.2.	Respect des servitudes radioélectriques du radar de Paris Sud Palaiseau	595
2.2.3.	Respect des servitudes aéronautiques de l'aérodrome de Toussus-le Noble.....	596
2.2.4.	Respect des servitudes aéronautiques de l'aérodrome de Vélizy-Villacoublay	597
3.	Articulation du projet avec le SDAGE et les SAGE	598
3.1.	SDAGE Seine-Normandie.....	598
3.1.1.	Analyse de la compatibilité avec le SDAGE 2010-2015.....	598
3.1.2.	Analyse de la compatibilité du projet avec le projet de SDAGE 2016 - 2021	601
3.2.	SAGE Bièvre.....	605
3.2.1.	Rappel des ambitions et orientations du SAGE Bièvre	605
3.2.2.	Analyse de la compatibilité.....	605
3.3.	SAGE Orge-Yvette	605
3.3.1.	Rappel des enjeux et objectifs du SAGE Orge-Yvette	605
3.3.2.	Analyse de la compatibilité.....	605
3.4.	SAGE Mauldre.....	606
3.4.1.	Rappel des enjeux et objectifs du SAGE Mauldre.....	606
3.4.2.	Analyse de la compatibilité.....	606
4.	Articulation du projet avec Plan Régional de Prévention et de gestion des Déchets de Chantier (PREDEC)	606
4.1.	Eléments pertinents du PREDEC pour évaluer la compatibilité	606
4.2.	Analyse de la compatibilité	606

5. Articulation du projet avec les autres plans, schémas et programme	607	7.2.4. Inventaires de l'avifaune	632
5.1.1. Projet de PDUIF	607	7.2.5. Inventaire des amphibiens	633
5.1.2. Articulation avec la charte du Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse	607	7.2.6. Inventaire des reptiles	634
5.1.3. Compatibilité avec la Zone de Protection Naturelle Agricole et Forestière (ZPNAF) du plateau de Saclay...	610	7.2.7. Inventaire des chiroptères	635
5.1.4. Prise en compte du SRCE Ile-de-France	612	7.2.8. Inventaire des mammifères	636
5.1.5. DOCOB des sites Natura 2000	613	7.2.9. Zones humides	636
VIII. Analyse des coûts collectifs induits par le projet	615	7.2.10. Corridors écologiques	638
1. Introduction.....	617	7.2.11. Services écosystémiques	638
2. Coûts de la pollution atmosphérique.....	617	7.3. Contexte pédologique, agricole et sylvicole	641
2.1. Méthodologie.....	617	7.3.1. Pédologie	641
2.2. Calcul des coûts	617	7.3.2. Agriculture	641
3. Coûts des accidents de la route	618	7.4. Patrimoine.....	641
3.1. Méthodologie.....	618	7.5. Paysage	642
3.2. Calcul des coûts	618	7.6. Population, emplois et occupation du sol	642
4. Coûts des émissions de gaz à effet de serre	618	7.6.1. Méthodologie	642
4.1. Méthodologie.....	618	7.6.2. Limites.....	643
4.2. Calcul des coûts	619	7.7. Mobilité.....	644
5. Coûts des nuisances sonores	619	7.7.1. Méthodologie	644
5.1. Méthodologie.....	619	7.7.2. Limites.....	646
5.2. Calcul des coûts	620	7.8. Réseaux et infrastructures souterraines.....	646
6. Coûts de périurbanisation érudables	620	7.8.1. Réseaux.....	646
6.1. Consommations des espaces ruraux par l'urbanisation nouvelle	621	7.8.2. Fondations et niveau de sous-sol	647
6.2. Investissement de voiries et réseaux divers économisés pour l'urbanisation nouvelle	622	7.9. Risques technologiques et servitudes aéronautiques	647
6.3. Coûts d'exploitation des services publics et de rénovation des VRD	622	7.9.1. Installations classées pour la protection de l'environnement.....	647
7. Synthèse des coûts collectifs	623	7.9.2. Installations nucléaires de base.....	647
IX. Analyse des méthodes et difficultés rencontrées.....	625	7.9.3. Risques pyrotechniques.....	648
7.1. Milieu physique.....	627	7.9.4. Servitudes aéronautiques	648
7.1.1. Climat	627	7.10. Énergie et gaz à effet de serre.....	648
7.1.2. Relief	627	7.10.1. Rappel méthodologique	648
7.1.3. Géologie	627	7.10.2. Limites de la méthodologie et difficultés rencontrées	648
7.1.4. Eaux souterraines	627	7.11. Qualité de l'air - santé	649
7.1.5. Eaux superficielles.....	629	7.11.1. Rappel méthodologique	649
7.1.6. Pollution et qualité des sols	629	7.11.2. Limites de la méthodologie et difficultés rencontrées	649
7.2. Faune, flore, milieux naturels.....	629	7.12. Bruit	650
7.2.1. Statuts réglementaires et statuts de rareté/menace des espèces et habitats et définitions.....	629	7.13. Vibrations	650
7.2.2. Inventaires de la flore et des habitats naturels	630	7.14. Electromagnétisme	650
7.2.3. Inventaires des insectes.....	631	7.14.1. Rappel de la méthodologie	650
		7.14.2. Limites de la méthodologie et difficultés rencontrées	650

I. Description du projet retenu

1. Présentation de la ligne verte (Ligne 18)

1.1. Caractéristiques de la Ligne 18

La Ligne 18 du réseau de transport public du Grand Paris reliant à terme l'Aéroport d'Orly à Nanterre La Folie sera réalisée par étapes. La première correspond à la réalisation du tronçon Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers, qui fait l'objet du présent dossier, dont la mise en service est prévue en deux phases (calendrier défini par le Gouvernement le 9 juillet 2014 accélérant la desserte de l'Aéroport d'Orly et l'accessibilité du Plateau de Saclay) :

- Première phase à l'horizon 2023-2024 : mise en service partielle de la ligne 18 entre Aéroport d'Orly et CEA Saint-Aubin ou Orsay – Gif avec un démarrage des travaux prévus à partir de 2018 ;
- Seconde phase à l'horizon 2030 : mise en service définitive du tronçon depuis Aéroport d'Orly jusqu'à Versailles Chantiers avec un démarrage des travaux dans la continuité en 2024.

La ligne sera ensuite prolongée au-delà de 2030 depuis Versailles Chantiers pour relier la Ligne 15 Ouest au niveau de Nanterre. Les caractéristiques de ce tronçon ne sont pas définies et feront l'objet d'un dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique et de procédures ultérieures.

Le tronçon Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers dessert **10 gares** nouvelles (en incluant la gare Aéroport d'Orly présentée dans le dossier préalable à l'enquête publique de la Ligne 14 Sud) sur un linéaire d'environ **35,5 kilomètres** cumulés de lignes nouvelles.

La Ligne 18 sera en correspondance avec les réseaux de transport en commun au niveau de trois gares importantes : Versailles Chantiers (Ligne TGV, TER, Transilien U et N, RER C et Tram-train Versailles-Massy), Massy-Palaiseau (ligne TGV, RER B et C, Tram-train Versailles-Evry, bus en site propre) et Aéroport d'Orly (Ligne 14 Sud, tramway T7, Orlyval). Les gares Palaiseau, Orsay-Gif, CEA-Saint Aubin et Saint-Quentin Est seront en correspondance avec la ligne 91-06 de bus en site propre).

L'insertion de la ligne est prévue sur la majorité du linéaire en souterrain (environ 61 % de longueur de ligne). Le Schéma d'ensemble approuvé suite au débat public qui s'est tenu en 2010-2011 prévoit un passage partiellement aérien sur une partie de la ligne.

La gare CEA Saint-Aubin n'est pas incluse dans le présent projet soumis à enquête publique en raison des incertitudes subsistant à l'heure actuelle sur les modalités de réalisation de cette gare en lien avec l'évolution des fonctions du Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA). Cette gare fera l'objet de démarches réglementaires ultérieures, conformément aux dispositions légales. Les mesures conservatoires pour permettre la réalisation de cette gare font partie intégrante du présent dossier et sont détaillées au paragraphe 2.2 page 37.

La gare Aéroport d'Orly n'est pas incluse dans le présent projet soumis à l'enquête. Elle est présentée dans le dossier d'enquête publique du tronçon d'Olympiades à Aéroport d'Orly (prolongement de la ligne 14 au sud). Elle est présentée dans le présent dossier à titre d'information uniquement.

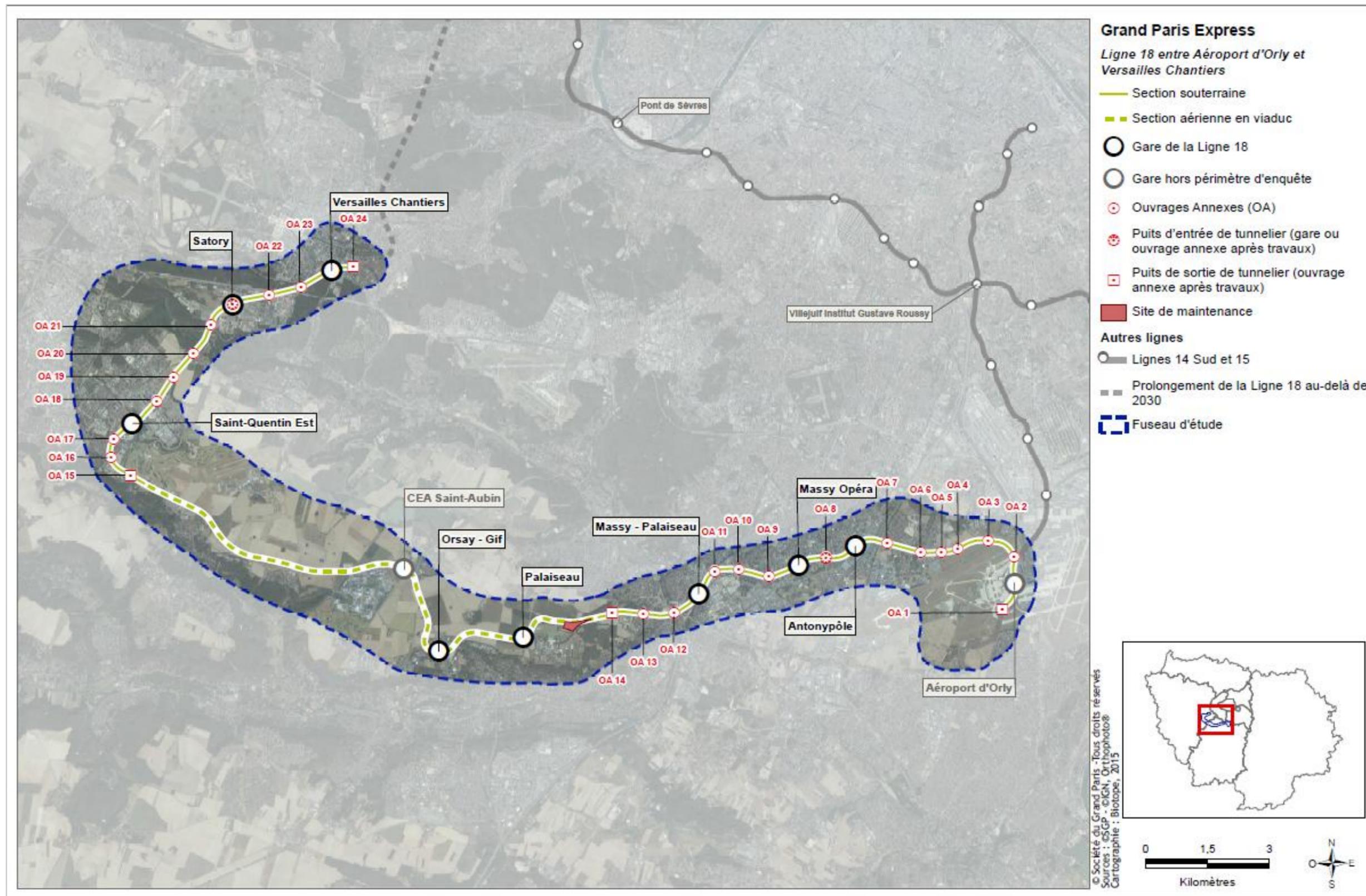
Les principales caractéristiques de la Ligne 18 sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Linéaire exploité <i>Longueur ouverte au trafic voyageur entre les gares terminus Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers et arrière-gares utilisées pour l'exploitation</i>	33 900 m
Linéaires d'arrière-gares <i>Longueur de la voie au-delà des gares terminus. Cette longueur est nécessaire en phase chantier pour les puits des tunneliers et pour l'exploitation de la ligne</i>	Arrière-gare Aéroport d'Orly : 700 m Arrière-gare Versailles Chantiers : 500 m
Linéaire réalisé <i>Longueur totale entre les 2 extrémités des arrière-gares</i>	35 100 m <i>Plus 249 m rattachement en tranchée ouverte/sol au SMR/SMI</i>
Longueur en aérien	13,6 km (39,2%) <i>Dont 12 195 m de viaduc et 510 m de tranchée ouverte</i>
Longueur en souterrain	21,5 km (60,7%) <i>Dont 20 789 m de tunnel et 809 m de tranchée couverte</i>
Nombre de nouvelles gares	10
Nombre d'ouvrages annexes	24
Nombre de communes traversées	14
Nombre de départements traversés	3 (départements 91 + 92 + 78)

Caractéristiques de la Ligne 18

Le projet de la Ligne 18 prévoit également la construction et l'exploitation d'un site de maintenance et de remisage.

1.2. Plan général de la Ligne 18





		Interstation/portion de ligne	Distance inter-station/portion de ligne(m)	Communes traversées (département)	Nombre d'ouvrages annexes	Insertion envisagée (partie souterraine ou aérienne)
Objectifs de mises en service	2024	Arrière gare Ouvrage annexe n°1 <-> Aéroport d'Orly	746	Paray-Vieille-Poste (91)	1	souterraine
		Aéroport d'Orly <-> Antonypôle	4 811	Paray-Vieille-Poste (91) Wissous (91) Antony (92)	6	souterraine
		Antonypôle <-> Massy Opéra	1 545	Antony (92) Massy (91)	1	souterraine
		Massy Opéra <-> Massy - Palaiseau	2 758	Massy (91)	3	souterraine
		Massy - Palaiseau <-> Palaiseau et raccordement Site de maintenance	4 689 + 249	Massy (91) Palaiseau (91)	3	Souterraine Transition (tranchée couverte, tranchée ouverte, rampe) Viaduc
		Palaiseau <-> Orsay - Gif	2 231	Palaiseau (91) Orsay (91)	0	Viaduc
	2030	Orsay - Gif <-> Saint-Quentin Est	11 490	Orsay (91) Gif-sur-Yvette (91) Saclay (91) Villiers-le-Bâcle (91) Châteaufort (78) Magny-les-Hameaux (78) Voisins-le-Bretonneux (78) Guyancourt (78)	3	Viaduc Transition (rampe, tranchée ouverte, tranchée couverte) souterraine
		Saint-Quentin Est <-> Satory	3 863	Guyancourt (78) Versailles (78)	4	souterraine
		Satory <-> Versailles Chantiers	2 558	Versailles (78)	2	souterraine
		Arrière gare Versailles Chantiers <-> Ouvrage annexe 24	527	Versailles (78)	1	souterraine
		Tronçon Aéroport d'Orly-Versailles Chantiers	35 467	14 (3 départements 91,78, 92)	24	Longueur en souterrain : 21,5 km dont 800 m en tranchée couverte Longueur en aérien : 13,9 km dont 800 m en tranchée ouverte et 200 m de rampe

Les différents ouvrages de la ligne et les méthodes constructives sont détaillés au paragraphe 2 page 25 et suivants.

1.3. Plan détaillé de la Ligne 18

Les caractéristiques du tracé de la Ligne 18 sont décrites ci-après. Sur les profils en long simplifiés qui figurent dans cette partie, les altitudes mentionnées au droit des gares correspondent à la profondeur moyenne du niveau de rail par rapport au terrain naturel.

1.3.1. Section Aéroport d'Orly – Antonypôle

- **Puits de sortie du tunnelier <-> Aéroport d'Orly**

L'infrastructure de la ligne verte (ligne 18) démarre au sud de la gare Aéroport d'Orly, sur la commune de Paray-Vieille-Poste. Le tracé présente une orientation nord-est sur 300 m puis nord sur 400 m. Il arrive à une profondeur de 21 m (niveau du rail) à la gare Aéroport d'Orly, située sous l'extension du parking P0, et qui dessert les terminaux Sud et Ouest de l'Aéroport de Paris-Orly par le bâtiment de jonction qui reliera ces deux aérogares.

A noter que la gare Aéroport d'Orly est réalisée dans le cadre du tronçon Olympiades –Aéroport d'Orly (Ligne 14 Sud) et donc exclue du périmètre d'enquête du présent dossier. Ces caractéristiques, détaillées dans le cadre du dossier d'enquête préalable à la DUP de la Ligne 14 Sud qui a fait l'objet d'un avis n°2014-105 de l'autorité environnementale le 25 février 2015, seront rappelées.

- **Aéroport d'Orly <-> Antonypôle**

En sortie de la gare Aéroport d'Orly, le tracé du tunnel se dirige vers le nord sur 500 m puis s'incurve vers l'ouest pour contourner les pistes de l'aéroport d'Orly en longeant Orlyval. Sur ce linéaire, le tracé s'approfondit progressivement (pente de -2,7%) pour passer sous le futur tunnel du projet d'Interconnexion Sud entre la Ligne à Grande Vitesse (LGV) Atlantique et la LGV Sud-Est.

Le tracé remonte alors en atteignant le territoire de la commune de Wissous et s'incurve vers le sud-ouest sur 800 m. Il s'oriente ensuite vers l'ouest sur 2 000 m et s'insère sous des secteurs pavillonnaires en restant à une profondeur stable jusqu'au niveau de l'échangeur A6/A10.

Il pénètre sur le territoire de la commune d'Antony et s'incurve au sud-ouest sur 500 m avant d'atteindre la gare Antonypôle, implantée au cœur d'un projet de réaménagement du quartier du même nom, à une profondeur de 22 m (niveau du rail) sous l'avenue Léon Harmel.

1.3.2. Section Antonypôle – Massy-Palaiseau

- **Antonypôle <-> Massy Opéra**

En sortie de la gare Antonypôle, le tracé du tunnel continue en direction du sud-ouest sur 500 m, tout en s'approfondissant légèrement. Puis il s'incurve vers l'ouest sur 700 m, remonte légèrement et arrive sur le territoire de Massy.

Le tracé passe alors sous la D920. Il s'oriente ensuite vers le sud-ouest sur 300 m où il atteint la gare Massy Opéra, dans le quartier du même nom, à une profondeur de 22 m (niveau du rail) sous l'avenue du Noyer Lambert. La gare se trouve à proximité de l'Opéra de Massy et en face de l'hôpital Jacques Cartier. Elle dessert une zone dense, constituée notamment du Grand Ensemble de Massy, aujourd'hui à l'écart du réseau structurant de transport en commun.

- **Massy Opéra <-> Massy – Palaiseau**

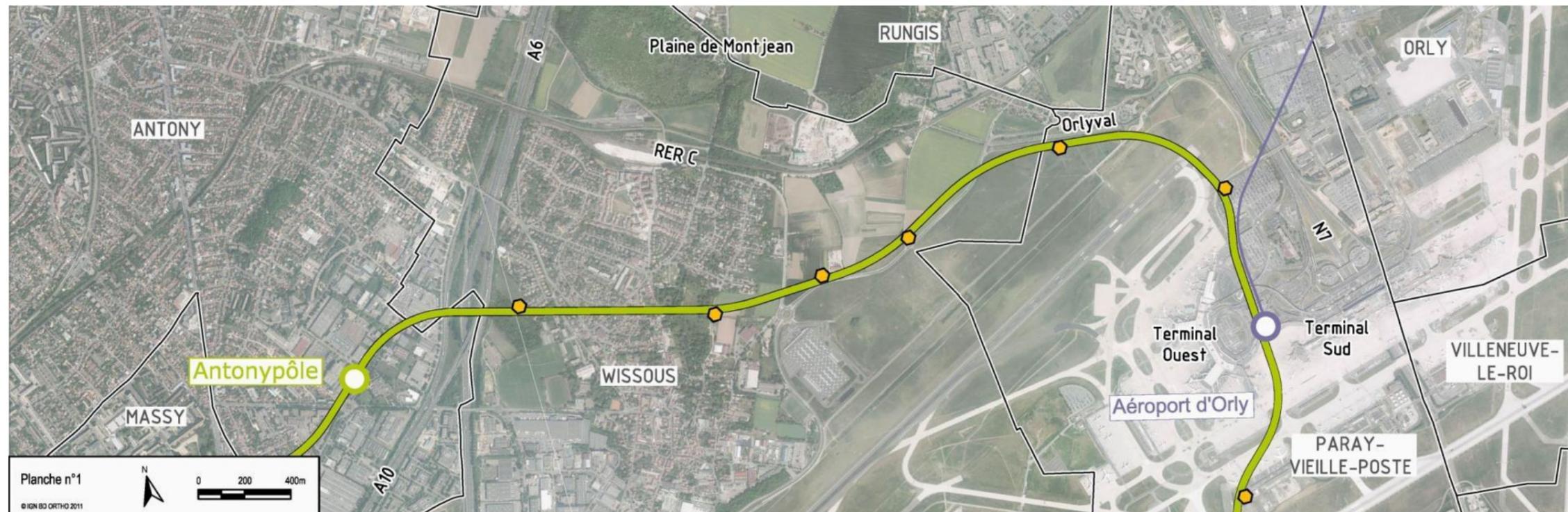
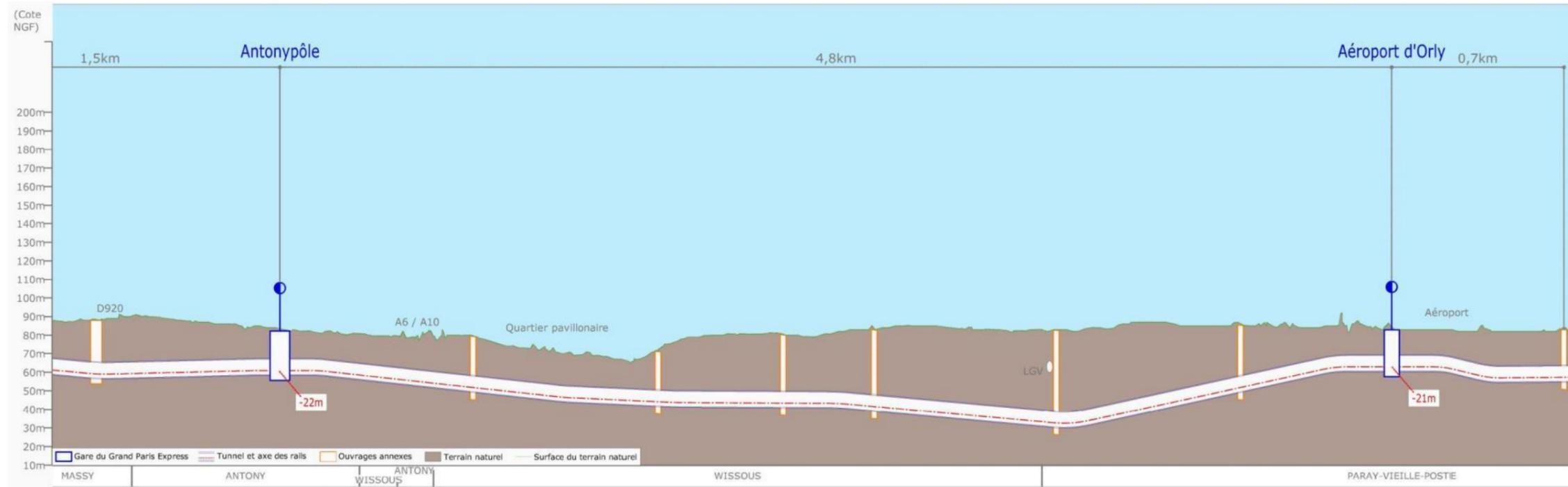
En sortie de la gare Massy Opéra, le tracé du tunnel poursuit son cours vers le sud-ouest en restant à une altimétrie globalement stable sur 500 m.

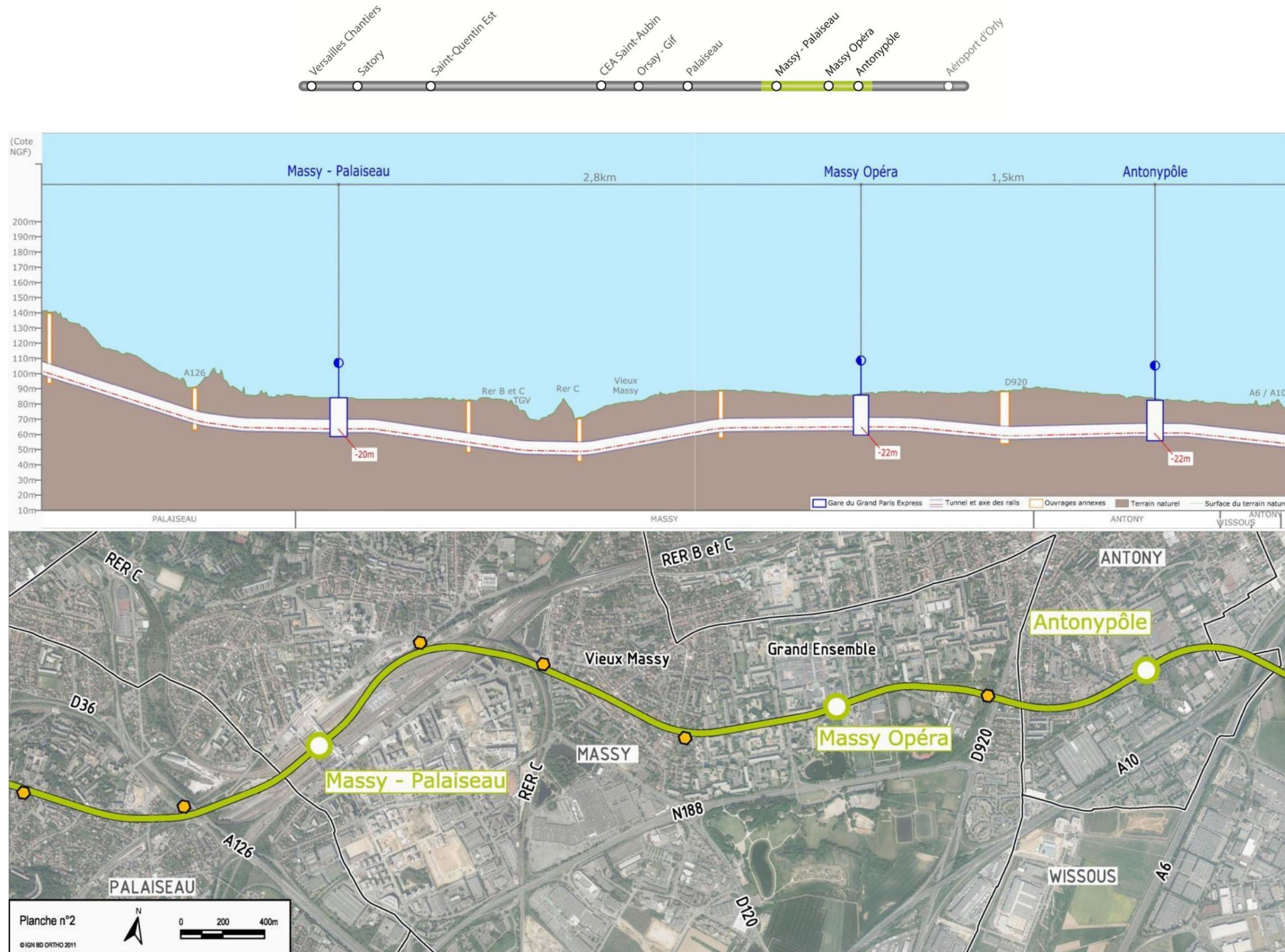
Il bifurque ensuite vers l'ouest en descendant légèrement, suivant ainsi le terrain naturel marqué par la proximité de la Bièvre. Il passe alors sous le vieux Massy puis sous les voies de la Grande Ceinture (RER C, futur Tram-Train Massy - Evry, fret, TGV).

Il remonte ensuite progressivement, franchit le large faisceau ferroviaire constitué de la ligne à grande vitesse, du RER B, des voies de la Grande Ceinture, de voies de service et de fret et s'incurve vers le sud-ouest tout en remontant sur 800 m jusqu'à atteindre la gare Massy – Palaiseau, située à une profondeur de 20 m (niveau du rail) sous le faisceau ferroviaire actuel. Cette implantation permet une correspondance optimale avec chacune des lignes de RER et avec les futures lignes de tram-train ainsi qu'une desserte équilibrée des deux rives du faisceau, par les passerelles existantes.

L'usage de l'ancienne passerelle est toutefois conditionné à sa requalification (hors périmètre du présent projet soumis à enquête publique).

NB : La gare Aéroport d'Orly est présentée à titre indicatif mais ne fait pas partie du présent projet soumis à enquête publique.





1.3.3. Section Massy-Palaiseau – Orsay-Gif

- **Massy – Palaiseau <-> Palaiseau**

En sortie de la gare Massy - Palaiseau, le tracé du tunnel continue vers le sud-ouest sous le faisceau ferroviaire et arrive sur le territoire de la commune de Palaiseau.

Après avoir franchi l'A126, le tracé s'incurve vers l'ouest sur 1 800 m et entame une forte montée (pente de 4%) pour atteindre le plateau de Saclay. La profondeur du rail par rapport au terrain naturel atteint alors au maximum 41 m.

Dans le quartier Camille Claudel, le tracé devient aérien : au tunnel succède une tranchée couverte, une tranchée ouverte, une rampe, puis un viaduc.

Le viaduc longe la D36 vers l'ouest sur 1 500 m, et bifurque sur 600 m vers le sud-ouest à travers un espace boisé, avant de franchir l'avenue de la Vauve en diagonale entre les bâtiments de Danone et Thalès et d'atteindre la gare aérienne Palaiseau. Celle-ci est localisée sur le parking actuel de Danone au cœur du quartier en plein développement de l'Ecole polytechnique, et située à une hauteur de 7 m (niveau du rail). Cette gare sera également desservie par la ligne Express 91-06 (bus en site propre).

On note que sur la D36, un projet d'aménagement d'une infrastructure routière multimodale, porté par le conseil général de l'Essonne (CG91), a déjà fait l'objet d'une déclaration d'utilité publique. La ligne verte (ligne 18) est compatible avec ce projet, comme le montre la coupe de principe ci-dessous.

- **Palaiseau <-> Orsay-Gif**

En sortie de la gare Palaiseau, le viaduc s'oriente à l'ouest sur 1 200 m en rejoignant le prolongement de l'avenue Augustin Fresnel qui est aménagé par l'EPPS. Il longe ainsi l'axe central du projet urbain et entre sur le territoire de la commune d'Orsay.

Puis il s'incurve vers le sud-ouest sur 1 000 m et franchit la D128 puis la N118 qui est fortement encaissée par rapport au terrain naturel. Un nouvel ouvrage de franchissement de la N118, d'une hauteur de l'ordre de 30 mètres, est nécessaire.

Le tracé atteint alors la gare Orsay – Gif, implantée à une hauteur de 8 m (niveau du rail) par rapport à la rue d'Arsonval, à proximité immédiate de l'université Paris-Saclay et de l'IUT d'Orsay. Cette gare sera également desservie par la ligne de bus Express 91-06.

1.3.4. Section Orsay-Gif –Saint Quentin Est

- **Orsay – Gif <-> rond-point du Christ de Saclay**

En sortie de la gare Orsay – Gif, le viaduc réalise sur 800 m une courbe marquée pour s'orienter vers le nord en traversant brièvement le territoire de Gif-sur-Yvette. Il entre dans la commune de Saclay et longe la N118 sur son côté par l'ouest sur 1 600 m.

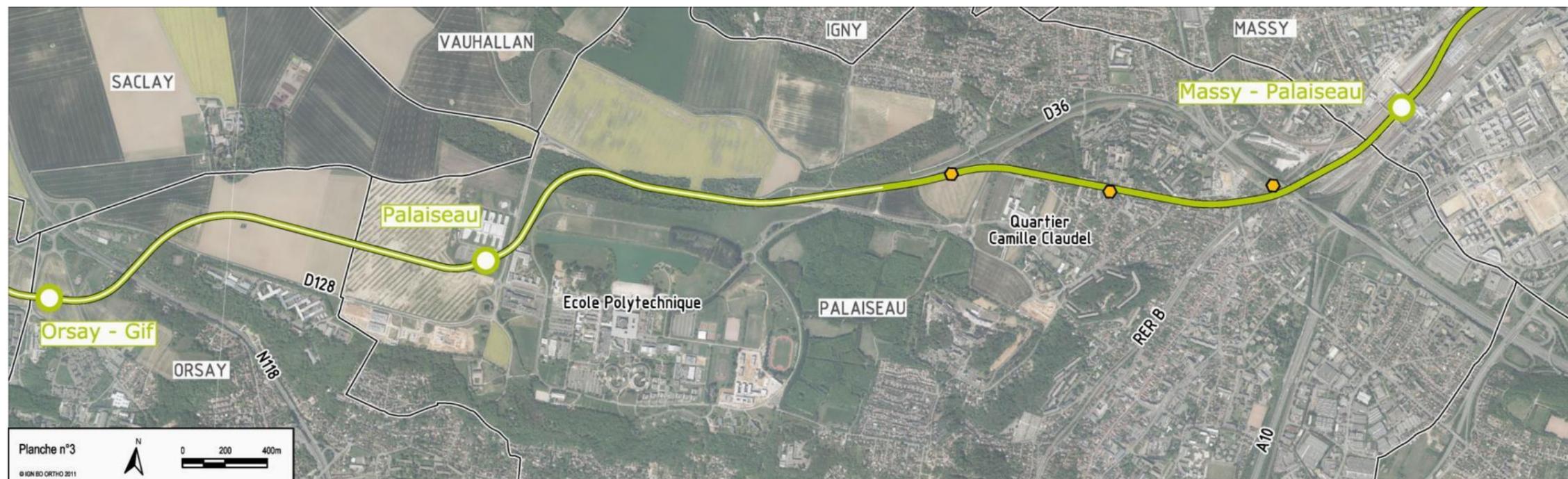
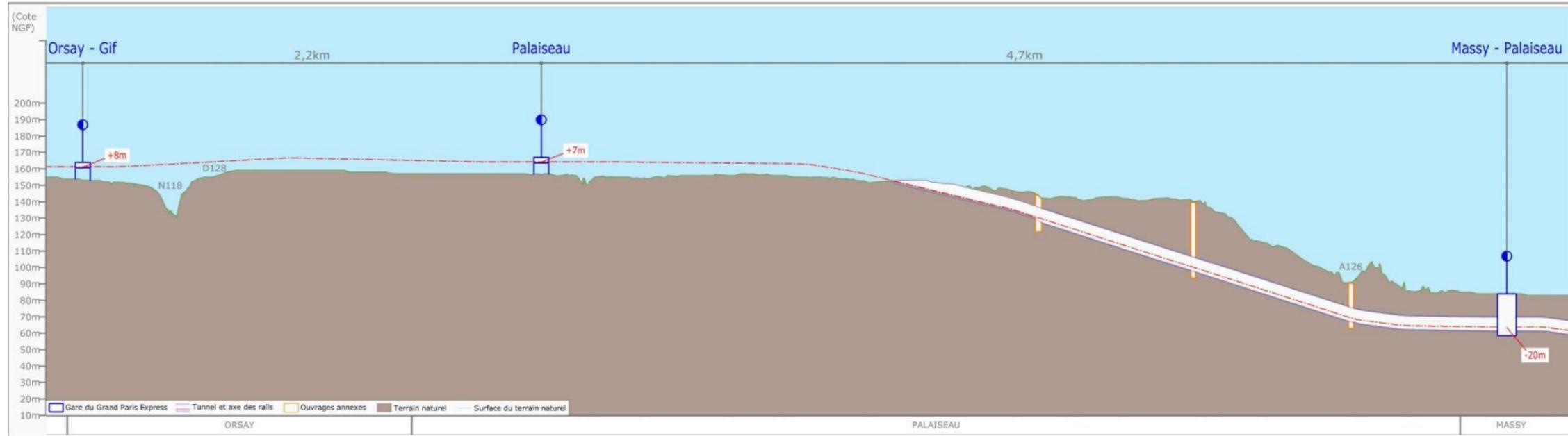
Le tracé atteint l'actuel carrefour du Christ de Saclay, qui aura été modifié (projet porté par le conseil général de l'Essonne) avant l'arrivée de la ligne verte (ligne 18).

- **Rond-point du Christ de Saclay <-> Saint-Quentin Est**

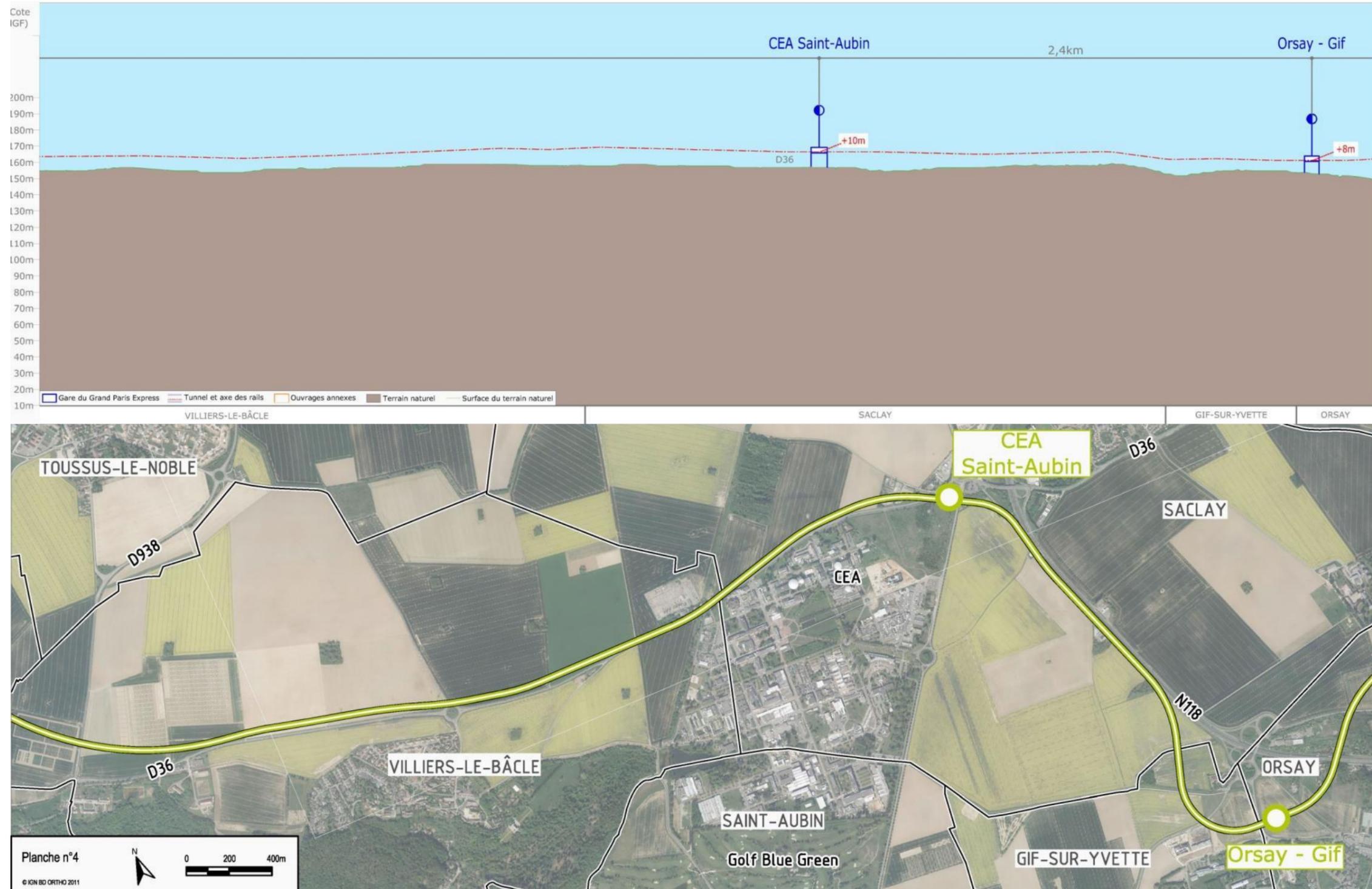
A partir du carrefour du Christ de Saclay, le tracé continue vers le nord-ouest sur 600 m. Un projet d'aménagement d'une infrastructure routière multimodale, porté par le conseil départemental de l'Essonne, a déjà fait l'objet d'une déclaration d'utilité publique. La ligne verte (ligne 18) est compatible avec ce projet.

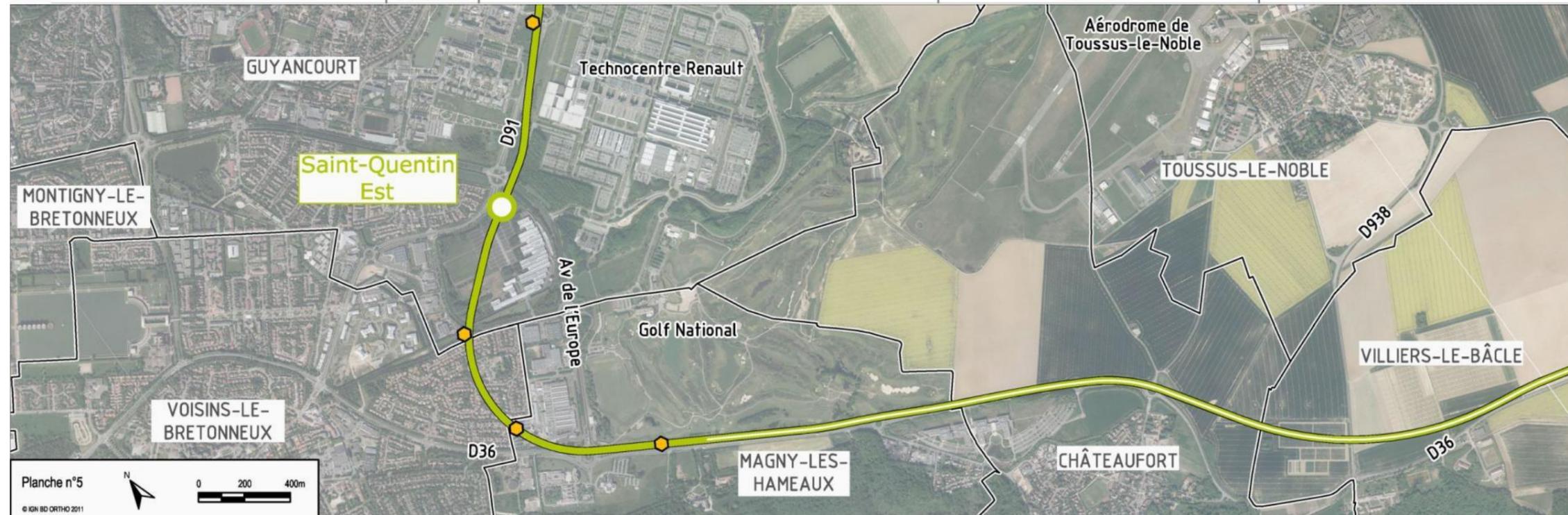
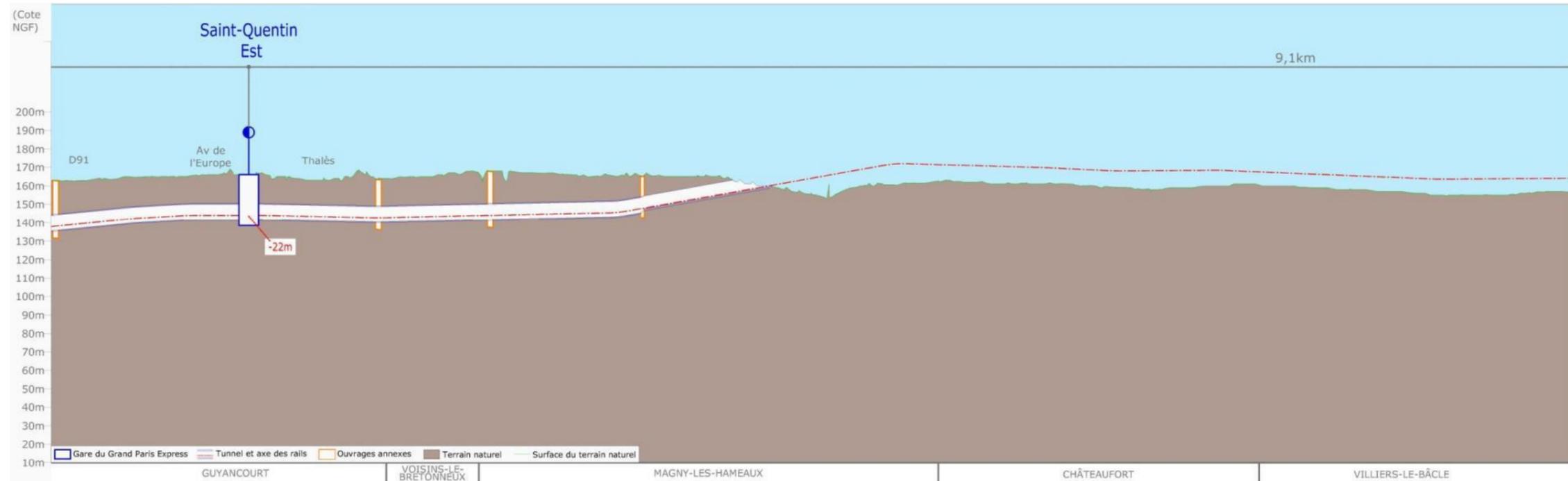
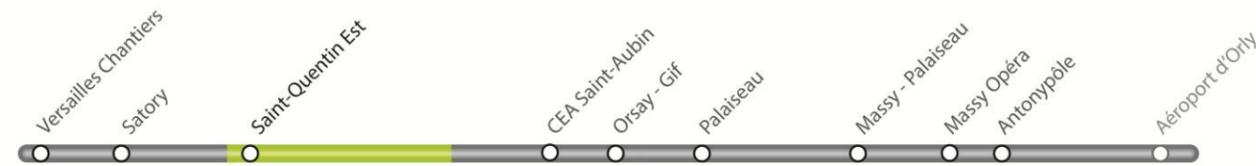
La ligne suit une direction ouest sur 3 500 m. Ensuite, le tracé s'éloigne des habitations et de la route départementale, ce qui permet un tracé plus direct. Il traverse une zone agricole en s'orientant vers le nord-ouest sur 1 000 m dans les terres de « la croix de Justice », avant de retrouver la D36 au niveau de la commune de Châteaufort et de longer la route sur 2 000 m.

Sur le territoire de la commune de Magny-les-Hameaux le tracé redevient souterrain. Il s'enfonce sur une distance de 800 m et atteint une profondeur stable de l'ordre de 20 m. Il s'incurve ensuite nettement vers le nord sous la commune de Voisins-le-Bretonneux. Il atteint alors la gare Saint-Quentin Est, implantée à une profondeur de 22 m (niveau du rail) sous les emprises Thalès à Guyancourt, à proximité du Technocentre Renault.



NB : La gare CEA Saint-Aubin est présentée à titre indicatif mais ne fait pas partie du présent projet soumis à enquête publique.





1.3.5. Section Saint-Quentin Est – Versailles Chantiers

- **Saint-Quentin Est <-> Satory**

En sortie de la gare Saint-Quentin Est, le tracé du tunnel poursuit vers le nord-est sur 500 m le long de la D91 puis s'approfondit sur 2 500 m avec une pente de -3% pour passer sous le lit de la Bièvre. La profondeur du rail dépasse ponctuellement les 40 m sous le terrain naturel.

Le tracé remonte fortement sur 500 m pour rejoindre le plateau de Satory (pente de 4,5%) et entre sur le territoire de la commune de Versailles.

Il s'incurve alors vers l'est sur 400 m tout en continuant de monter, et atteint la gare Satory située à une profondeur de 23 m (niveau du rail), à proximité du camp militaire et du projet urbain de la ZAC Satory Ouest.

- **Satory <-> Versailles Chantiers**

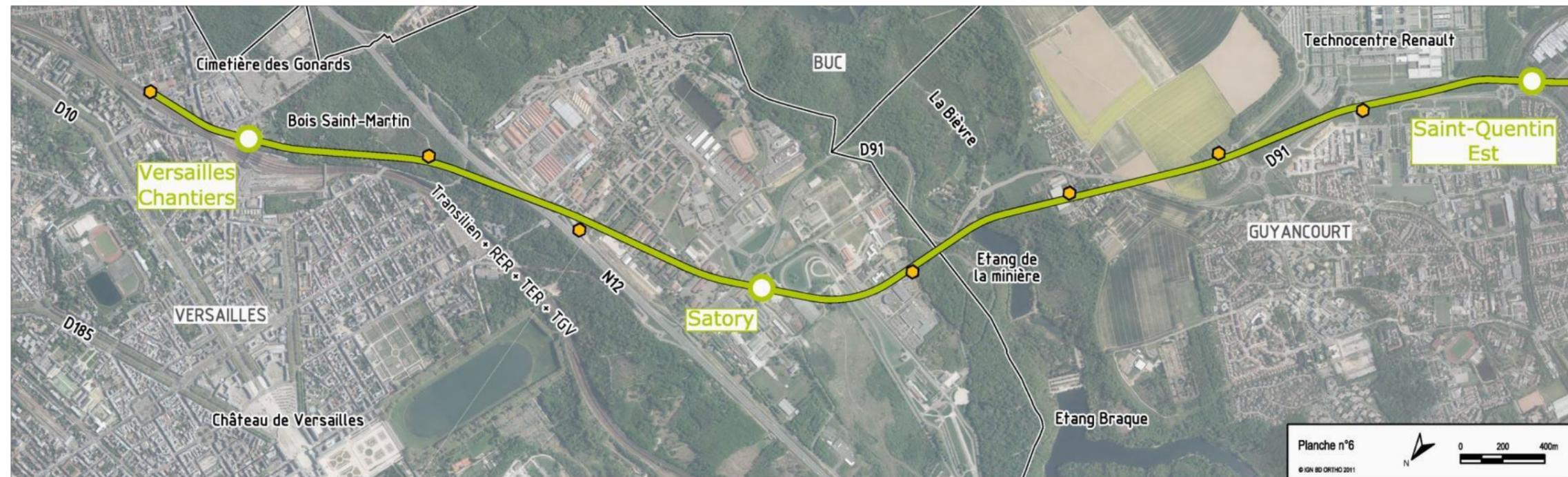
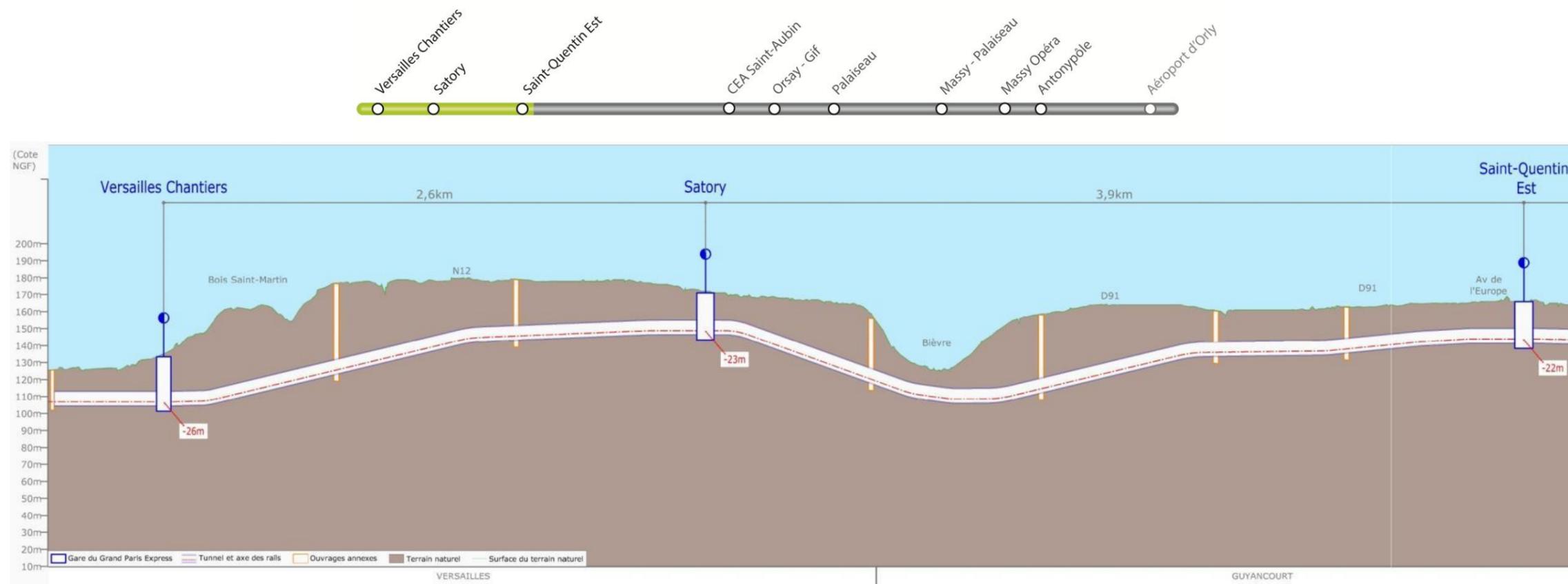
En sortie de la gare Satory, le tracé du tunnel continue vers l'est ; il traverse le camp militaire en s'enfonçant progressivement sur 1 000 m puis passe sous la N12.

Sur 1 400 m, le tracé descend alors selon une pente de 3% pour rejoindre puis longer le faisceau ferroviaire (RER C, Transilien N et U, TER, Intercités, TGV, futur Tram-Train Massy - Versailles) sur son côté sud, en s'insérant sous le Bois Saint-Martin.

Il atteint le quartier des Chantiers situé en contrebas du plateau, qu'il dessert avec la gare Versailles Chantiers, implantée au sud de la gare existante à une profondeur de 26 m

- **Versailles Chantiers <-> Puits de sortie du tunnelier**

Au-delà de la gare Versailles Chantiers, un prolongement de 500 m longeant le faisceau ferroviaire vers le stade des Chantiers permet de faire sortir le tunnelier, d'implanter un ouvrage annexe nécessaire à la maintenance et servira d'amorce au prolongement ultérieur vers Nanterre La Folie.



2. Description des ouvrages du projet

2.1. Les gares

2.1.1. Caractéristiques générales des gares

La Ligne 18 dessert 7 nouvelles gares souterraines (Antony-pôle, Massy Opéra, Massy-Palaiseau, Saint-Quentin Est, Satory, Versailles Chantiers et Aéroport d'Orly qui n'est pas incluse dans le périmètre d'enquête du projet) et 3 nouvelles gares aériennes (Palaiseau, Orsay-Gif, et CEA-Saint Aubin). Cette dernière partie du programme mais n'est pas incluse dans le périmètre d'enquête du projet).

Le projet présenté à l'enquête publique comprend ainsi 8 gares (hors Aéroport d'Orly et CEA Saint Aubin).

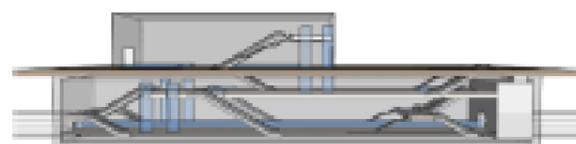


Schéma de principe gare souterraine

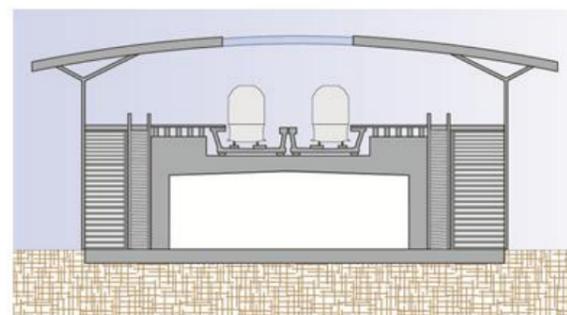


Schéma de principe gare aérienne

Les figures ci-dessus présentent une coupe transversale d'une gare souterraine et d'une gare aérienne. Les gares de la Ligne 18, selon leur mode d'insertion sont construites sauf exception sur ces bases :

- Longueur des quais d'environ 65 m permettant d'accueillir des trains de 45 ou de 60 mètres selon l'évolution du trafic de la ligne ;
- Largeur de la gare : environ 25 à 30 m.

Pour les gares souterraines :

- Le nombre de mezzanines nécessaires pour accéder aux quais varie en fonction de la profondeur des quais (entre 19 et 25 m environ sous le niveau du terrain naturel) ;
- La partie souterraine accueille les équipements nécessaires au fonctionnement de la gare et des trains ainsi que les ouvrages permettant la correspondance liaison avec les gares existantes ;
- un bâtiment voyageur, en surface, assure l'accueil des voyageurs et la correspondance avec les modes de transport de surface.

Pour les gares aériennes :

- Les quais se trouvent à une hauteur variant de 7 à 11 mètres environ selon la gare ;
- Le rez-de-chaussée permet l'accueil des voyageurs et les équipements nécessaires au fonctionnement de la gare et des trains sont implantés de préférence à ce niveau.

Qu'elles soient souterraines ou aériennes, les gares de la Ligne 18, comme toutes les gares du Grand Paris Express, présentent des caractéristiques communes.

Chaque gare a été positionnée pour desservir au mieux les quartiers dans lesquelles elle s'insère ainsi que les équipements situés à proximité tout en assurant une bonne correspondance avec les autres modes de transport. La prise en compte des enjeux environnementaux ont également été un élément participant à la localisation de chaque gare.

Les gares du tronçon Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers sont dotées d'émergences qui assurent l'accès des voyageurs et accueillent également des locaux d'exploitation. La forme de ces émergences, conçues en lien avec l'environnement urbain, peut varier : il s'agit le plus souvent de bâtiments jouant un rôle de signal et portant l'identité du réseau. Les espaces publics aux abords des gares font par ailleurs l'objet d'aménagements de qualité, assurant de bonnes conditions d'intermodalité et d'irrigation de la ville.

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

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

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

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

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

L'offre de services et de commerces en gare est structurée en trois composantes, qui chercheront à être partagées par l'ensemble des gares et calibrées en fonction de leur potentiel :

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

Ces orientations renvoient aux recommandations formulées par le comité stratégique de la Société du Grand Paris¹. Les espaces de commerces et de services respecteront par ailleurs les exigences visant à garantir la sécurité du public dans les gares ; chaque local ou activité qui s'implantera aura obtenu au préalable les autorisations réglementaires nécessaires. Des autorisations d'exploitation commerciale seront également, le cas échéant, obtenues.

2.1.2. Présentation des gares de la ligne

Cette partie présente pour chaque gare du projet ces principes d'insertion dans le contexte urbain actuel ou envisagé dans le cadre du développement des projets d'aménagement. La gare CEA exclue du champ d'enquête et du périmètre du projet n'est pas décrite dans ce chapitre. De même, pour la gare Aéroport d'Orly relevant des travaux de la Ligne 14 Sud, seuls les grands principes sont repris.

¹ Le comité stratégique de la Société du Grand Paris constitue un laboratoire d'idées et d'échanges entre les élus des collectivités d'Ile-de-France et les partenaires de la Société du Grand Paris. Il est actuellement composé de 123 membres : représentants des communes et des établissements publics de coopération intercommunale traversés par le réseau, parlementaires, représentants des chambres de commerce et d'industrie d'Ile-de-France ainsi que de la chambre régionale des métiers et de l'artisanat, membres du conseil économique, social et environnemental d'Ile-de-France.

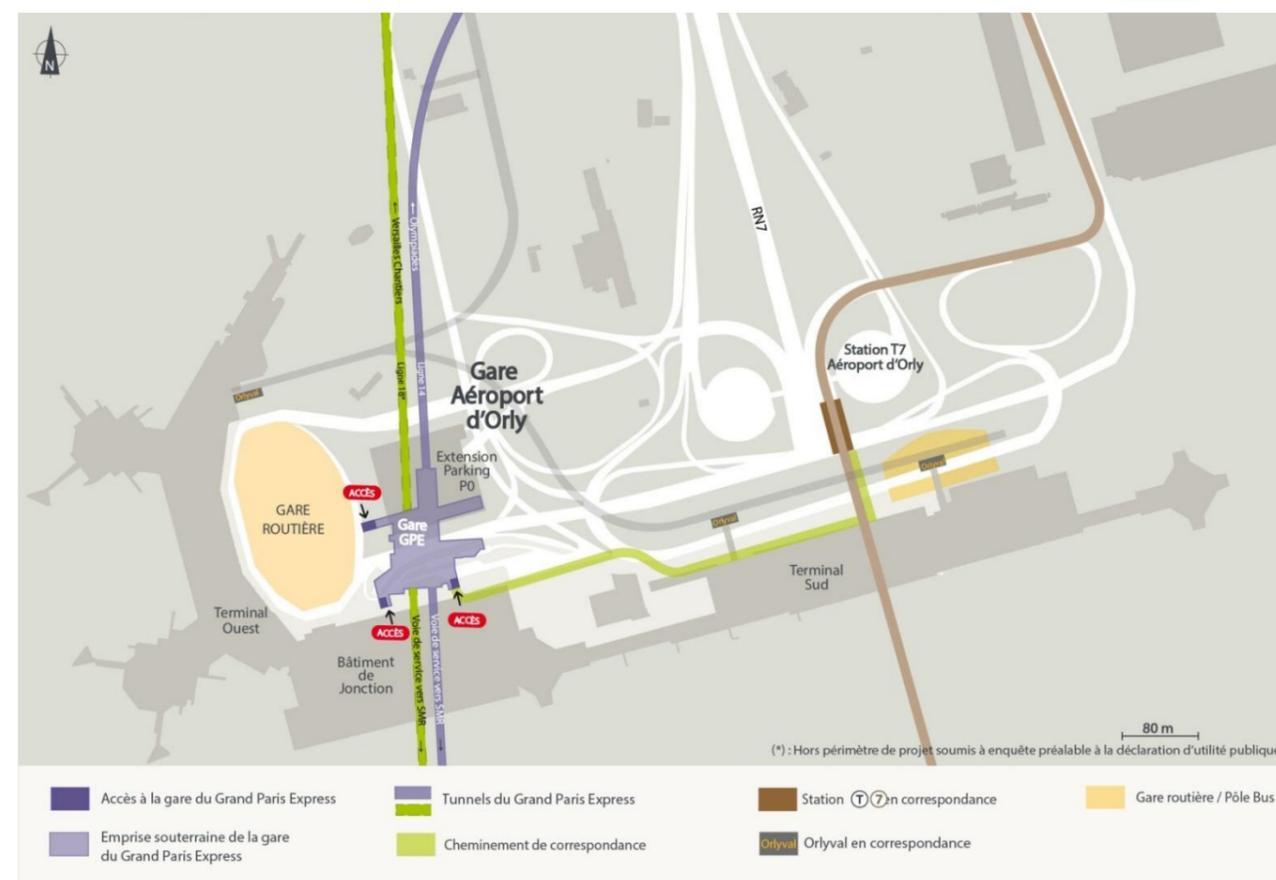
2.1.2.1 Aéroport d'Orly

La gare Aéroport d'Orly est une gare double, accueillant en correspondance efficace les terminus des Lignes 14 Sud et 18. A ce titre, elle est réalisée dans le cadre du tronçon Olympiades-Aéroport d'Orly.

La gare Aéroport d'Orly est localisée sur le territoire de la commune de Paray-Vieille-Poste, dans l'enceinte de l'Aéroport Paris-Orly. Elle doit permettre une amélioration significative de la desserte de l'aéroport en transport en commun, actuellement assurée à 80% par la route. Elle est implantée au niveau de l'actuelle extension du parking P0, à proximité immédiate du futur bâtiment de jonction qui reliera les terminaux Sud et Ouest.

La gare constitue un point d'entrée majeur au réseau du Grand Paris Express, autour duquel s'organise un véritable pôle multimodal de transport destiné à offrir une correspondance avec le T7, les lignes de bus qui desservent le territoire, Orlyval et les lignes ferroviaires à grande vitesse (LGV), si ce site est préféré à celui de Pont de Rungis dans le cadre du projet d'interconnexion sud des LGV.

Gare Aéroport d'Orly- Plan de situation



2.1.2.2 Antonypôle

La gare Grand Paris Express Antonypôle est localisée au sud de la commune d'Antony, à proximité de Wissous et de Massy. Elle est située au nord du rond-point Boyan entre les avenues Harmel et Jouhaux, en face du centre André Malraux.

Sa zone de desserte couvre la zone d'activités d'Antonypôle et les quartiers résidentiels du sud de la commune d'Antony. Elle dessert également, en rabattement, la commune de Wissous dont le centre-ville est situé à 1,4 km (soit 5 minutes en vélo, ou 15 à 20 minutes à pied).

La gare s'insère dans le périmètre du projet d'aménagement d'Antonypôle, projet structurant du territoire qui s'étend sur 60 ha entre l'A6, l'A10 et la D920. Ce projet d'aménagement, porté par la ville d'Antony, propose une programmation mixte qui assure aux entreprises et aux populations une offre immobilière diversifiée et qualitative, des services et commerces, et des espaces publics valorisés.

La gare est destinée à devenir une centralité majeure qui accompagne le développement urbain du territoire. L'aménagement du secteur Antonypôle va organiser l'espace urbain par la restructuration des voiries et la création d'aménagements piétons. Ces démarches facilitent l'insertion de la gare Grand Paris Express et visent à en assurer l'accessibilité et la visibilité.

L'emplacement du bâtiment gare est aujourd'hui occupé par trois bâtiments d'activités (1 à 2 étages), qui seront déplacés dans le cadre du projet d'aménagement. La gare Antonypôle est située à une profondeur de 21 mètres environ (niveau des quais) par rapport au niveau du terrain naturel.

La gare est accessible depuis une émergence orientée vers le rond-point Boyan, à l'extrémité sud-ouest de la gare. Cette émergence s'ouvre sur ses deux côtés : à l'ouest sur l'avenue Jouhaux vers les quartiers résidentiels et au sud-est devant le centre André Malraux vers les secteurs d'activités. Un parvis sera créé reliant ces deux accès au rond-point.

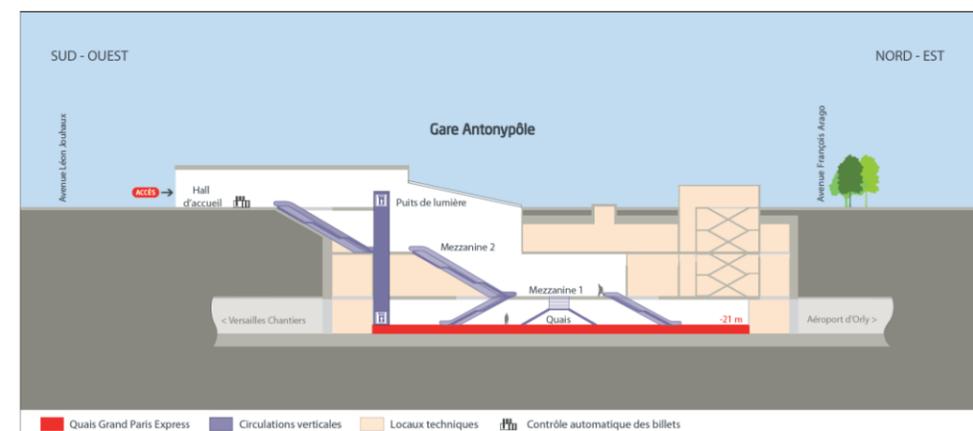
En fonction du développement futur du projet d'aménagement d'Antonypôle et de l'approfondissement ultérieur des principes d'intermodalité, la gare pourrait être envisagée, selon les mêmes principes, avec l'accès du côté de l'avenue François Arago. Un projet immobilier, connexe à la réalisation de la gare, peut être envisagé.



Représentation 3D de la gare Massy Opéra (donnée à titre indicatif)



Gare Antonypôle – Plan de situation (ci-dessus) et coupe de principe (ci-dessous)



2.1.2.3 Massy Opéra

La gare Massy Opéra est localisée à l'est de la commune de Massy. Elle est implantée selon un axe est-ouest, sous la place Saint-Exupéry occupée actuellement par un parking. Les accès au bâtiment gare donnent sur la rue du Théâtre et l'avenue du Noyer Lambert. Elle est située à une profondeur de 21 m (niveau des quais) par rapport au niveau du terrain naturel.

La gare s'insère dans un tissu urbain constitué, proche de marqueurs forts dans la commune : l'Opéra de Massy, l'Eglise Saint-Marc, le Centre Omnisport Pierre de Coubertin, et l'institut hospitalier Jacques Cartier. Ces repères offrent une visibilité certaine à la gare dans la ville.

Véritable gare de centre-ville, elle permet la desserte du quartier de l'Opéra, densément peuplés, au nord, et des centralités urbaines majeures.

Elle participe également à la redynamisation du grand ensemble de Massy en desservant au nord de la gare la ZAC Franciades-Opéra, qui vise à reconstituer un cœur de ville animé et modernisé avec des logements, des équipements, des commerces, des services et des activités tertiaires, et à l'Est le quartier Bourgogne-Languedoc qui sera restructuré pour former un véritable cœur de quartier dynamique.

L'implantation de la gare Grand Paris Express à Massy Opéra vient renforcer et diversifier l'offre de transport lourd dans la commune, qui est desservie par les RER B et C à Massy – Palaiseau et Massy – Verrières. Une opération immobilière connexe est possible au-dessus de la gare mais nécessiterait une adaptation du bâtiment gare et de sa partie souterraine.

Représentation 3 D de la gare Massy Opéra (donnée à titre indicatif)



Gare Massy Opéra – Plan de situation (ci-dessus) et coupe de principe (ci-dessous)



2.1.2.4 Massy – Palaiseau

La gare Grand Paris Express Massy – Palaiseau s'insère dans un pôle multimodal, située au centre ouest de la commune de Massy.

Ce pôle réunit :

- la gare RER B, exploitée par la RATP ;
- la gare RER C, exploitée par la SNCF ;
- la gare TGV, exploitée par la SNCF ;
- deux nouvelles gares routières ouvertes en 2011, accueillant une vingtaine de lignes de bus de part et d'autre de la gare ferroviaire.

Le faisceau de voies ferrées traverse la ville selon une orientation nord-sud :

- la zone ouest des voies est réservée au RER C, aux trains de fret, à quelques TGV et aux futures lignes de tram-trains, dont le tracé longe l'avenue Raymond Aron. Le RER C est proche d'un secteur résidentiel de la ville où se trouvent notamment le quartier Vilmorin et la gare routière Vilmorin ;
- la zone est des voies est occupée par la gare RER B, la gare TGV, le quartier Atlantis et la gare routière Atlantis.

Deux passerelles enjambent le faisceau ferré, permettant de relier à pied l'est et l'ouest de la ville et d'accéder aux quais du RER B et du RER C.

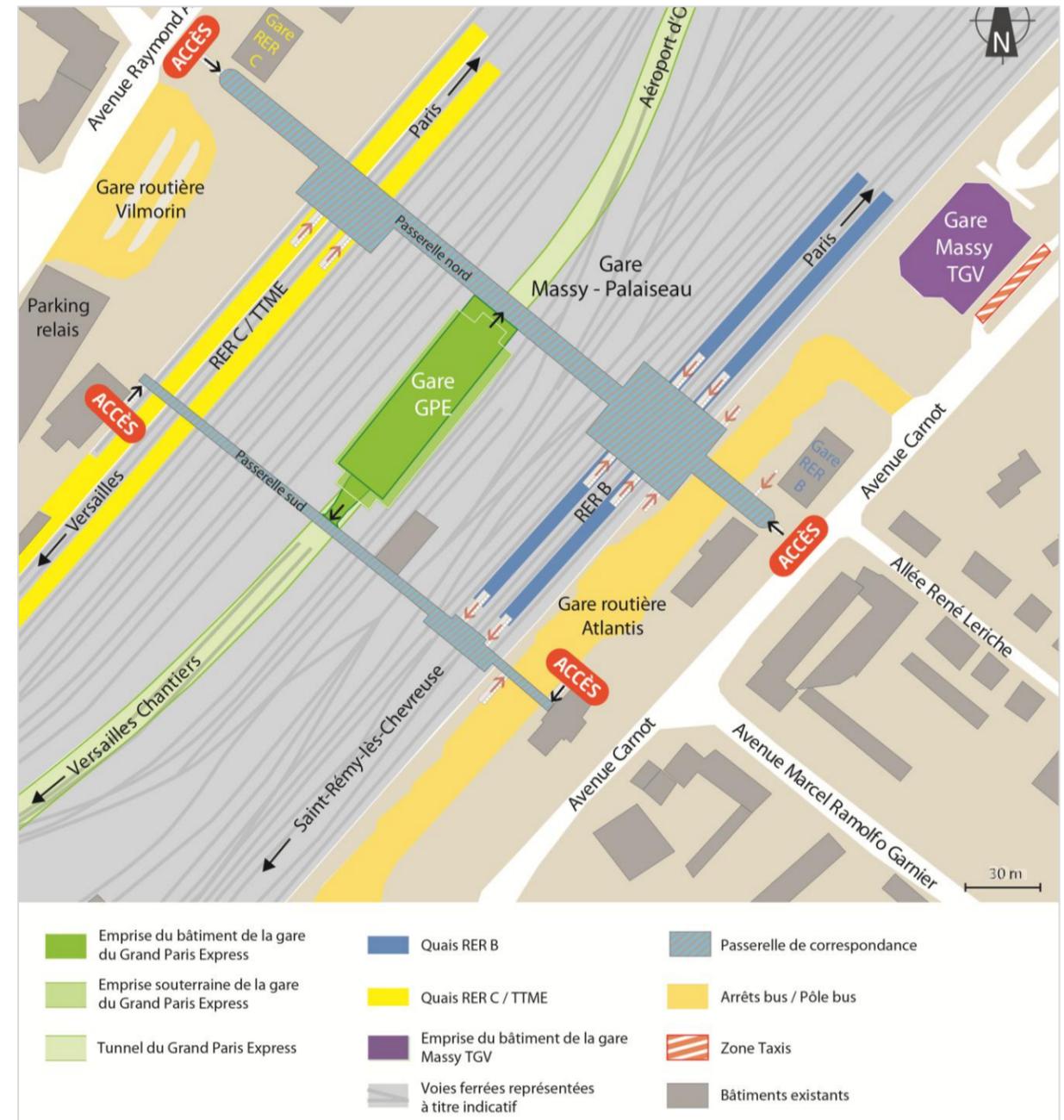
La nouvelle gare souterraine s'insère au milieu du faisceau de voies ferrées, perpendiculairement aux passerelles dans l'alignement des voies. Une partie du faisceau ferroviaire de la gare existante sera modifiée par les travaux de la nouvelle gare de la ligne 18 et après sa mise en exploitation. Il s'agit de voies non destinées au transport de voyageurs.

Vue la taille importante du pôle ferroviaire, la position centrale de la gare permet une bonne intermodalité avec les modes lourds existants et assure un accès équilibré aux quartiers est (ZAC Atlantis) et ouest (ZAC Vilmorin, quartier des Gravières) du faisceau ferroviaire.

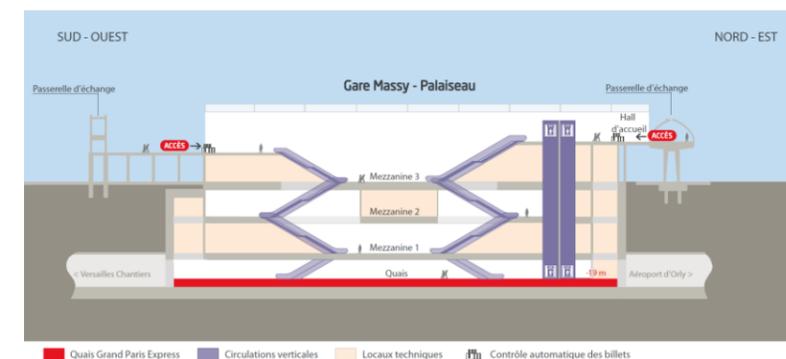
La gare Grand Paris Express de Massy – Palaiseau est située à une profondeur de 19 mètres environ (niveau des quais) par rapport au niveau du terrain naturel.



Représentation 3 D de la gare Massy-Palaiseau (donnée à titre indicatif)



Gare Massy – Palaiseau – Plan de situation (ci-dessus) et coupe de principe (ci-dessous)



2.1.2.5 Palaiseau

La gare Grand Paris Express Palaiseau, gare aérienne, est localisée sur le plateau de Saclay dans le quartier de l'École Polytechnique. Ce cluster, en cours d'urbanisation dans le cadre de la ZAC de l'École Polytechnique, réunit des centres de recherches publics et privés et des établissements d'enseignement supérieur à rayonnement international. Ce projet est porté par l'Etablissement Public Paris-Saclay (EPPS).

La gare est bâtie en cohérence avec le tissu existant et les orientations de ce futur quartier. Le parvis et les espaces publics à proximité de la gare sont également aménagés dans le cadre de la ZAC de l'École Polytechnique.

Le campus actuel de Polytechnique connaîtra une profonde mutation avec l'installation de laboratoires et d'écoles, la construction de logements familiaux et étudiants, de services, etc. De nouveaux établissements d'enseignement supérieur et centres de recherche viendront rejoindre les institutions déjà installées.

La position stratégique de la gare Palaiseau, au cœur du quartier en projet, assure une desserte de qualité des équipements existants et à venir dans le secteur.

La gare est implantée sur le parking actuel du site Danone. Elle se trouve au contact de deux axes perpendiculaires : l'avenue de la Vauve et le prolongement de l'avenue Fresnel qui structurera le futur quartier selon un axe est-ouest.

Le TCSP Massy – Saclay en cours de réalisation assurera le rabattement vers la gare depuis l'est et l'ouest. L'accès depuis le sud de la gare, qui est en cours d'urbanisation, se fait via les rues secondaires par les modes doux. L'aire d'influence de cette gare s'étend sur le large campus qui l'entoure.

La gare Palaiseau est située à une hauteur de 8 mètres environ (niveau des quais) au-dessus du niveau de la rue.

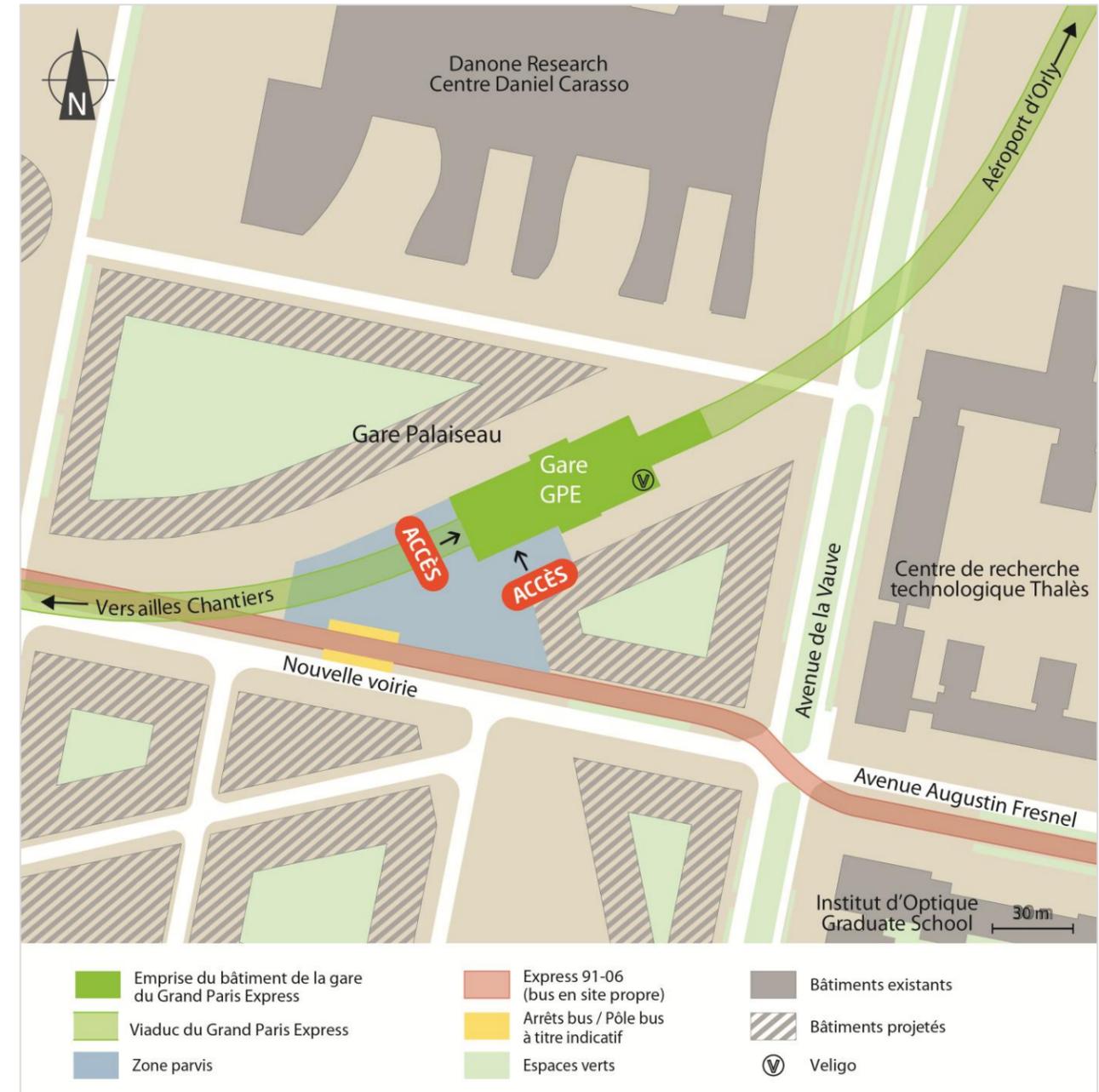
La conception architecturale et paysagère de la gare sera approfondie dans les phases d'études ultérieures et fera l'objet d'une maîtrise d'œuvre architecturale spécifique.

La gare Grand Paris Express permettra la correspondance avec le TCSP Massy-Saclay, dont un arrêt est prévu le long de l'avenue Fresnel prolongée, à proximité immédiate de l'entrée du bâtiment gare.

Le projet d'aménagement des espaces publics prévoit l'installation d'une bande cyclable le long du prolongement de l'avenue Fresnel (axe est-ouest).

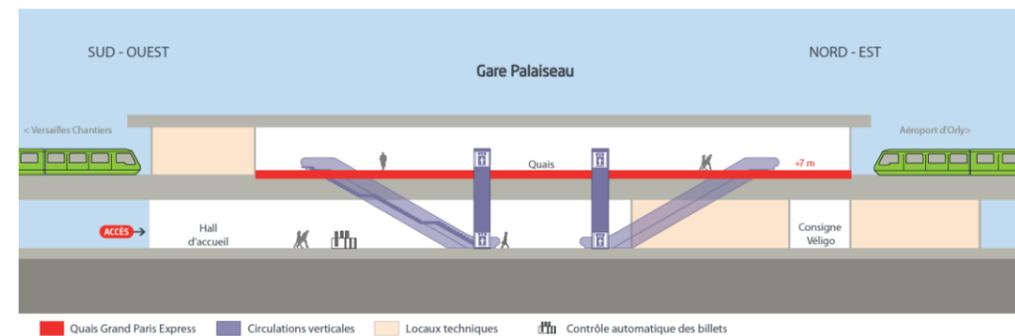


Représentation 3D de la gare Palaiseau (donnée à titre indicatif)



Représentation du projet urbain de la ZAC de l'École Polytechnique donnée à titre illustratif

Gare Palaiseau – Plan de situation (ci-dessus) et coupe de principe (ci-dessous)



2.1.2.6 Orsay – Gif

La gare Grand Paris Express Orsay – Gif est localisée sur le territoire de la commune d'Orsay, à la limite de la commune de Gif-sur-Yvette. Cette gare aérienne est située à une hauteur de 8 mètres environ (niveau des quais) par rapport au niveau du terrain naturel.

La gare s'insère dans le périmètre de la Zone d'aménagement concerté (ZAC) du quartier du Moulon, projet porté par l'Établissement Public Paris-Saclay. Ce nouveau quartier, qui s'étend sur les communes de Gif-sur-Yvette, Orsay et Saint-Aubin, accueillera de nombreux établissements d'enseignement supérieur et de recherche, ainsi que des logements familiaux et étudiants. Le secteur sera profondément modifié par cette ZAC, tant en termes de bâtiments que de réseau de voirie.

Ainsi, la gare Grand Paris Express vient s'insérer au centre de bâtiments projetés, notamment de l'Université Paris Sud. Le terrain d'implantation de la gare n'est aujourd'hui pas bâti.

La gare est implantée au niveau du croisement de deux rues, avec deux façades donnant sur ces rues : l'accessibilité et la visibilité sont assurées. La rue Noetzelin, en particulier, deviendra un axe majeur et emblématique du quartier du Moulon par son traitement multimodal (bus, cycle, piéton, métro voiture) et paysager.

La gare Orsay – Gif assure la desserte du centre-nord du plateau de Saclay, qui est aujourd'hui desservi par bus uniquement. L'implantation de la gare Grand Paris Express permet une correspondance avec le TCSP Massy-Saclay.

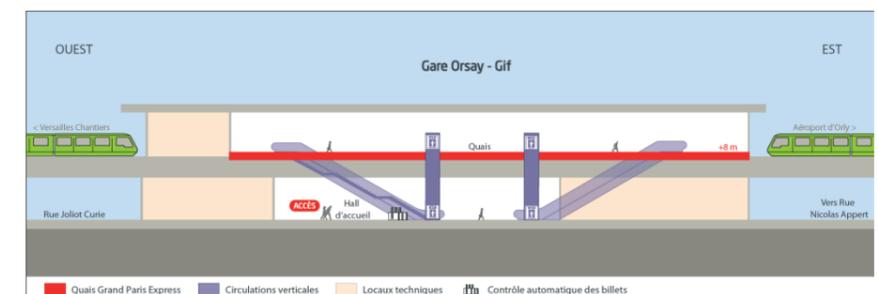
La conception architecturale et paysagère de la gare sera approfondie dans les phases d'études ultérieures et fera l'objet d'une maîtrise d'œuvre architecturale spécifique. La maîtrise d'œuvre du projet pourra travailler en lien étroit avec les différentes maîtrises d'œuvre de l'établissement public Paris-Saclay (EPPS) sur la continuité des espaces publics, la programmation des abords du viaduc, ainsi que sur la possibilité d'accueillir des programmes en sous-face. L'organisation de la gare préserve la possibilité d'une opération connexe.

Représentation 3D de la gare Orsay-Gif (donnée à titre indicatif)



Représentation du projet urbain de la ZAC du Moulon donnée à titre illustratif

Gare Orsay-Gif – Plan de situation (ci-dessus) et coupe de principe (à droite)



2.1.2.7 Saint-Quentin Est

La gare Grand Paris Express Saint-Quentin Est est localisée dans la commune de Guyancourt, en périphérie de l'agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines. Elle est située au sud-ouest de la place de Villaroy, au croisement de l'avenue de l'Europe et de la D91 (avenue Léon Blum).

La gare s'insère dans un environnement mixte, comprenant :

- Des sites d'entreprises, en particulier le Technocentre de Renault et les locaux de Segula Technologies ;
- Des quartiers d'habitat de Voisins-le-Bretonneux et de Guyancourt (quartiers de l'Europe, Villaroy) ;
- De larges espaces verts paysagers et de sport, notamment le Golf National.

Elle est implantée sur les anciens terrains de l'entreprise Thalès, qui feront l'objet d'un aménagement avec un développement mixte (logements et activités économiques). L'objectif de l'urbanisation de cet îlot de 22 hectares est aussi de le sortir de son enclavement en l'inscrivant dans la ville.

La visibilité de la gare est assurée grâce au large parvis qui l'entoure. De plus, sa position stratégique, à proximité d'axes routiers importants, lui assure une bonne accessibilité.

La gare Saint-Quentin Est sera une polarité pour le quartier qui desservira autant les bassins de vie que d'emplois du secteur.

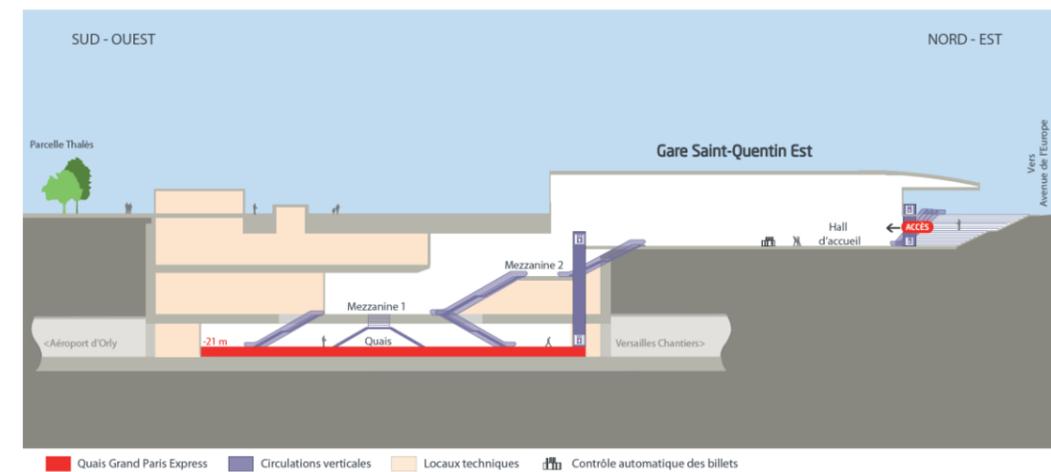
La gare est située à une profondeur de 21 mètres environ (niveau des quais) par rapport au niveau du terrain naturel.

Elle est accessible depuis une émergence donnant sur la place de Villaroy. L'émergence est ouverte sur un large parvis comportant des escaliers en amphithéâtre donnant accès aux voies adjacentes, situées cinq mètres plus haut.

Représentation 3D de la gare Saint-Quentin Est (donnée à titre indicatif)



Gare Saint-Quentin Est – Plan de situation (ci-dessus) et coupe de principe (ci-dessous)



2.1.2.8 Satory

La gare Grand Paris Express Satory est localisée dans le sud de la commune de Versailles, sur le plateau de Satory. Elle s'insère au croisement de la route de la Minière et de l'avenue de Gribeauval. Elle est située sur une emprise aujourd'hui occupée par une décharge.

La gare Satory s'insère dans le projet de réaménagement du secteur, aujourd'hui très marqué par l'activité militaire. En effet, le départ progressif des établissements de l'armée entraîne la libération de parcelles foncières, amenées à évoluer. La partie Ouest du plateau fait l'objet d'une Zone d'Aménagement Concerté (ZAC), portée par l'Etablissement Public Paris-Saclay, qui prévoit la création d'un quartier mixte : activités technologiques, recherche, entreprise, commerces et habitat.

L'aménagement urbain et paysager du site est organisé autour de la gare Grand Paris Express qui sera le pôle de transport du futur quartier de Satory.

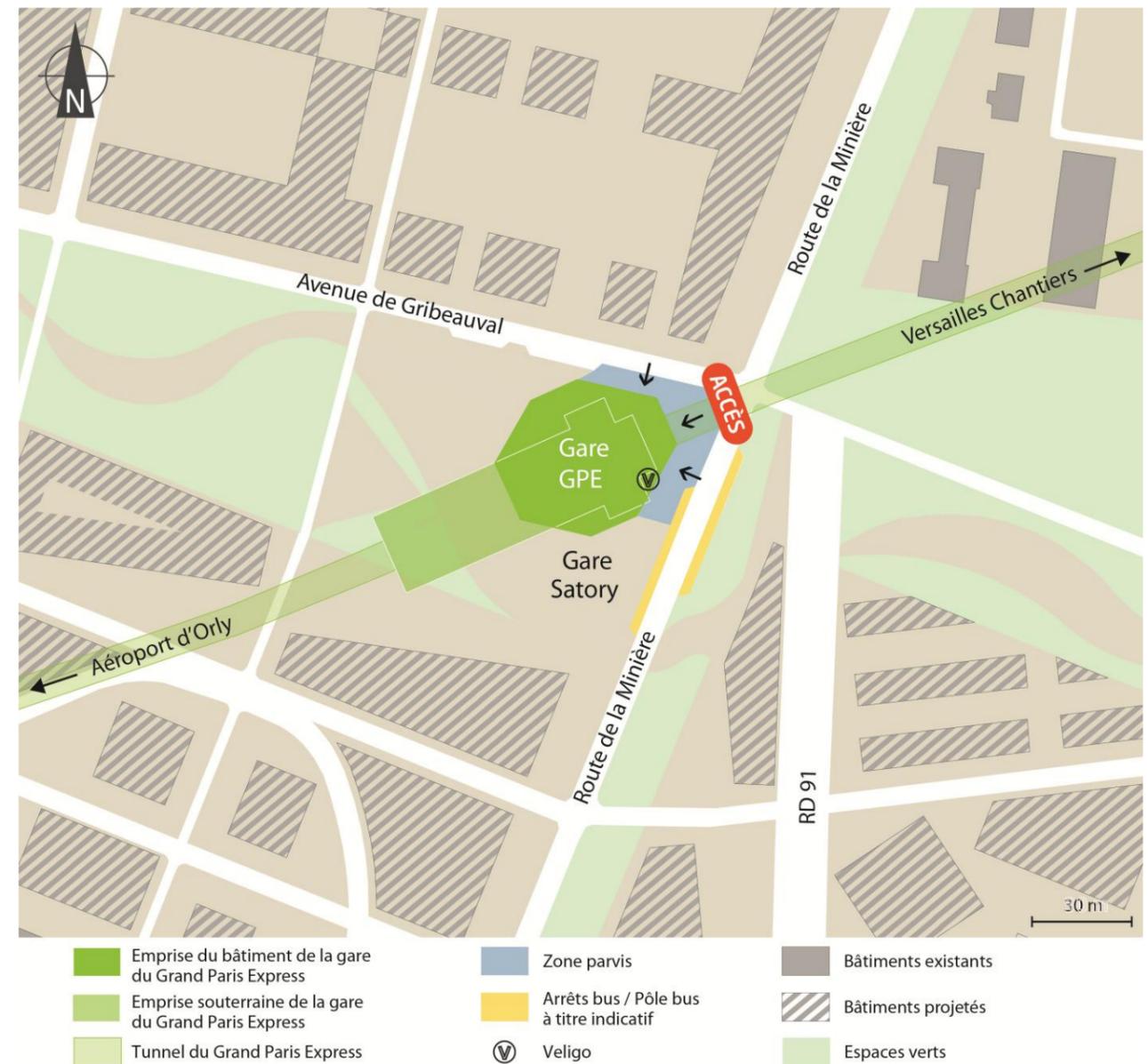
En termes de fonctionnalités transport, la gare de Satory va assurer la desserte d'un quartier de Versailles, aujourd'hui enclavé et accessible en bus uniquement.

La gare Satory est située à une profondeur de 22 mètres environ (niveau des quais) par rapport au niveau du terrain naturel.

Elle est accessible depuis une émergence située à l'angle de l'avenue de Gribeauval et de la route de la Minière. Cette émergence s'ouvre sur 120° sur un espace piéton conséquent. Le parvis s'insère dans un espace public plus large qui entoure l'émergence et la relie à l'avenue de Gribeauval et à la route de la Minière.

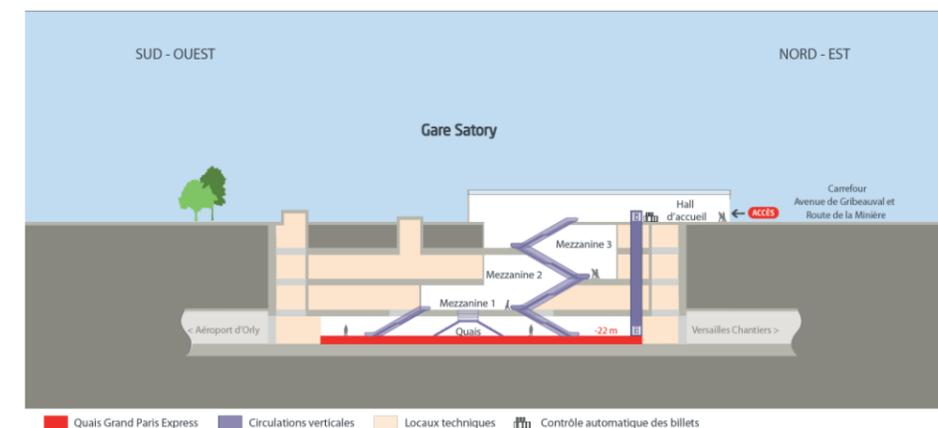
Une toiture vitrée éclaire naturellement les espaces de circulation entre la surface et les trois mezzanines.

Représentation 3D de la gare Satory (donnée à titre indicatif)



Représentation du projet urbain de la ZAC Satory Ouest donnée à titre illustratif

Gare Satory – Plan de situation (ci-dessus) et coupe de principe (ci-dessous)



2.1.2.9 Versailles Chantiers

La gare Grand Paris Express Versailles Chantiers s'insère au sud d'un pôle multimodal existant, localisé au sud-est de la commune de Versailles.

Le pôle est aujourd'hui constitué de :

- la gare SNCF, qui accueille : le RER C, les lignes N et U du Transilien, des TER, des trains Intercités, et des TGV reliant la Normandie et le sud de la France ;
- un pôle bus, avec plus de 20 lignes en correspondance. Les lignes sont exploitées par Keolis (réseau Phébus) et la SAVAC.

La gare Versailles Chantiers est la principale gare en termes de fréquentation et de trafic à Versailles, et la 2^{ème} gare d'Ile-de-France hors Paris en termes de flux après La Défense (64 000 voyageurs/jour aujourd'hui). Elle verra son attractivité renforcée par l'arrivée du Grand Paris Express, qui soutiendra la position de pôle d'échanges multimodal de la gare à l'échelle de la métropole.

Le pôle d'échange de Versailles Chantiers fait par ailleurs l'objet d'un projet de réaménagement, piloté par la ville de Versailles et par la SNCF. Après l'ouverture d'un nouvel accès sud à la gare par la rue de la Porte de Buc (2011), il est prévu d'agrandir le bâtiment voyageur existant vers l'ouest. Une seconde passerelle d'accès aux quais sera construite, et une gare routière sera créée sur une partie de l'actuel parking. Un parking relais de 385 places est également prévu.

Le pôle gare se situe à l'interface entre trois quartiers : Porchefontaine, Saint-Louis et Chantiers. L'environnement est caractérisé par une dominante résidentielle, des activités commerciales organisées en polarité dans chacun des trois quartiers, et une forte densité d'équipements publics, liée notamment au statut de préfecture de la ville.

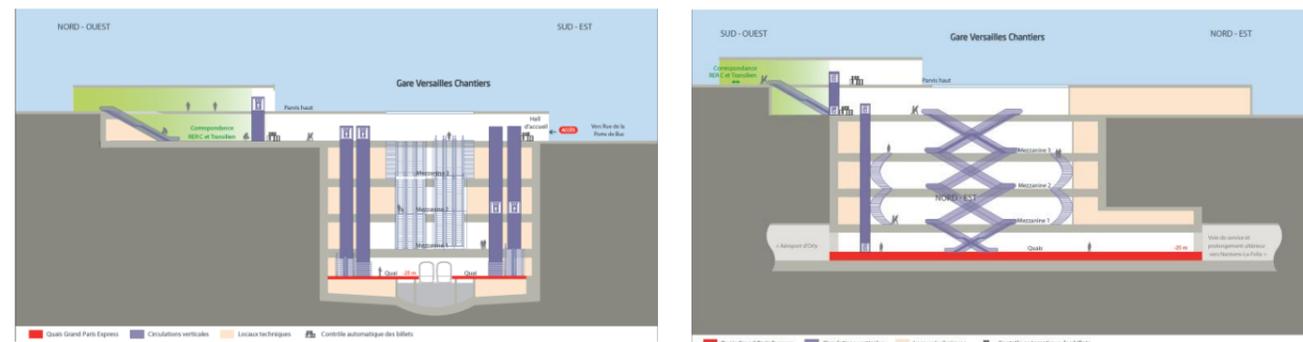
L'environnement au sud de la gare existante est cependant assez peu construit du fait de la coupure physique importante créée par le faisceau ferroviaire. Plus au sud, les coteaux présentent un obstacle supplémentaire.

La gare Grand Paris Express vient s'insérer dans cet environnement contraint, entre le faisceau ferroviaire et la maison de santé Claire Demeure. Elle s'insère sur des emprises aujourd'hui occupées par la SNCF et des locaux occupés par l'église réformée de Versailles.

La gare Grand Paris Express Versailles Chantiers est située à une profondeur de 25 mètres environ (niveau des quais) par rapport au niveau du terrain naturel.

La gare est accessible depuis une émergence située entre la rue de la Porte de Buc et les limites d'emprise ferroviaire. Cette émergence s'ouvre sur ses deux côtés : au sud sur le parvis nouvellement créé parallèlement à la rue de la Porte de Buc, au nord vers la correspondance des lignes SNCF.

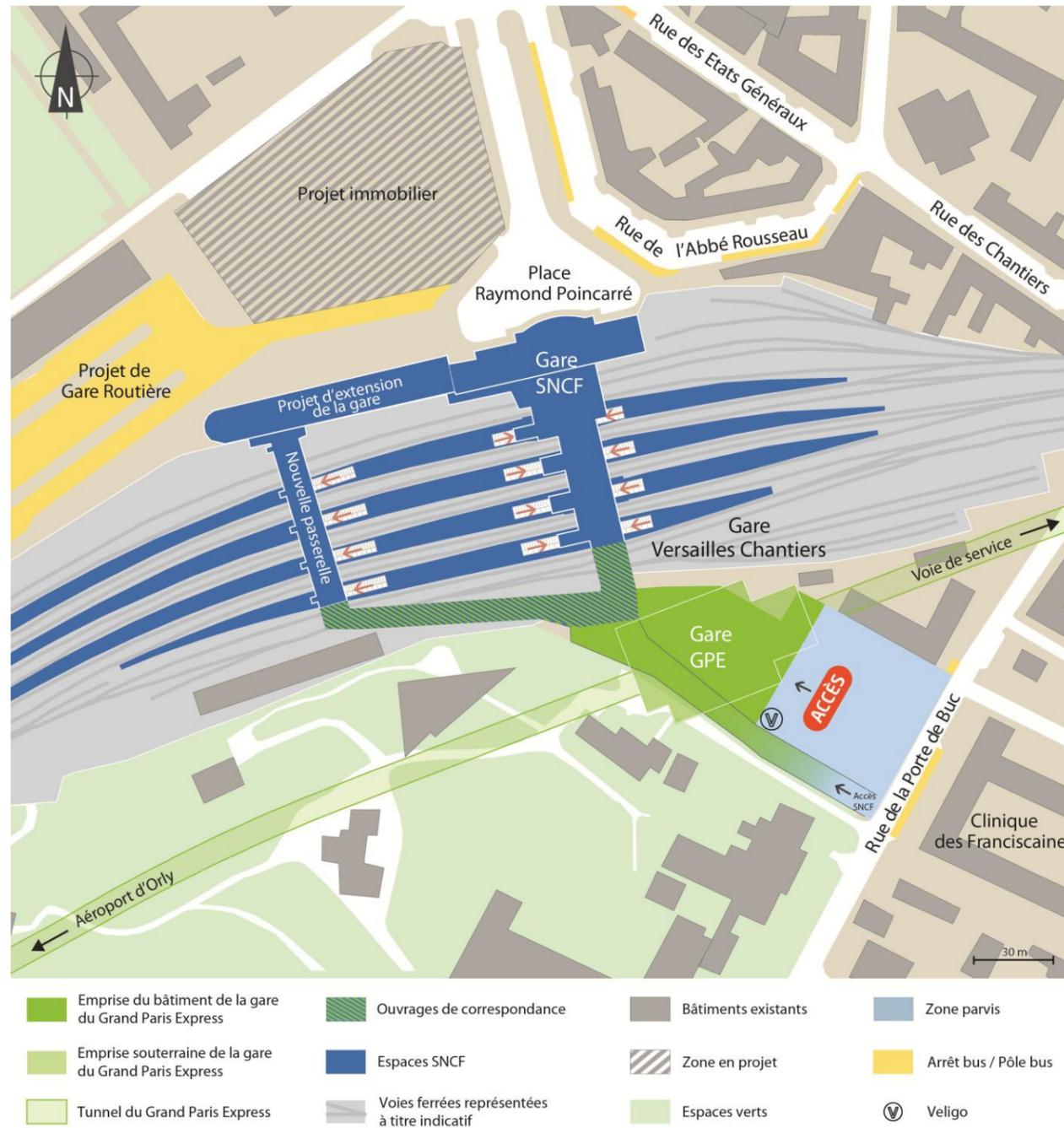
En reconstitution de l'accès actuel de la porte de Buc, un lien direct entre la rue de la Porte de Buc et la gare SNCF est prévu, pour éviter aux voyageurs de transiter par la gare Grand Paris Express. Depuis la rue de la Porte de Buc, ce cheminement emprunte une rampe puis la toiture du hall d'accueil de la future gare et rejoint un parvis haut, connecté aux deux passerelles SNCF.



Gare Versailles Chantiers – Coupes de principe



Représentation 3D de la gare Versailles Chantiers (donnée à titre indicatif)



Gare Versailles Chantiers – Plan de situation

2.1.3. Principes de réalisation

Les éléments présentés relatifs aux méthodes constructives ont été établis au stade des études préliminaires menées par la Société du Grand Paris. Ils pourront évoluer dans le cadre des études ultérieures d'avant-projet et de projet

2.1.3.1 Réalisation des gares souterraines

La typologie des travaux de réalisation des gares souterraines du Grand Paris Express 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 creusement 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 pour les gares de la ligne 18 est celle des parois moulées décrite ci-après. Cette étape préalable est commune aux trois principales méthodes d'exécution des gares identifiées.

• Réalisation des parois moulées

Une paroi moulée est un écran en béton armé moulé dans le sol. Le rôle de chaque paroi est d'assurer la stabilité des terres extérieures à la fouille, de servir d'enceinte étanche vis-à-vis de la nappe extérieure le cas échéant et de reprendre, en partie ou en totalité, les descentes de charge pour en assurer les fondations.

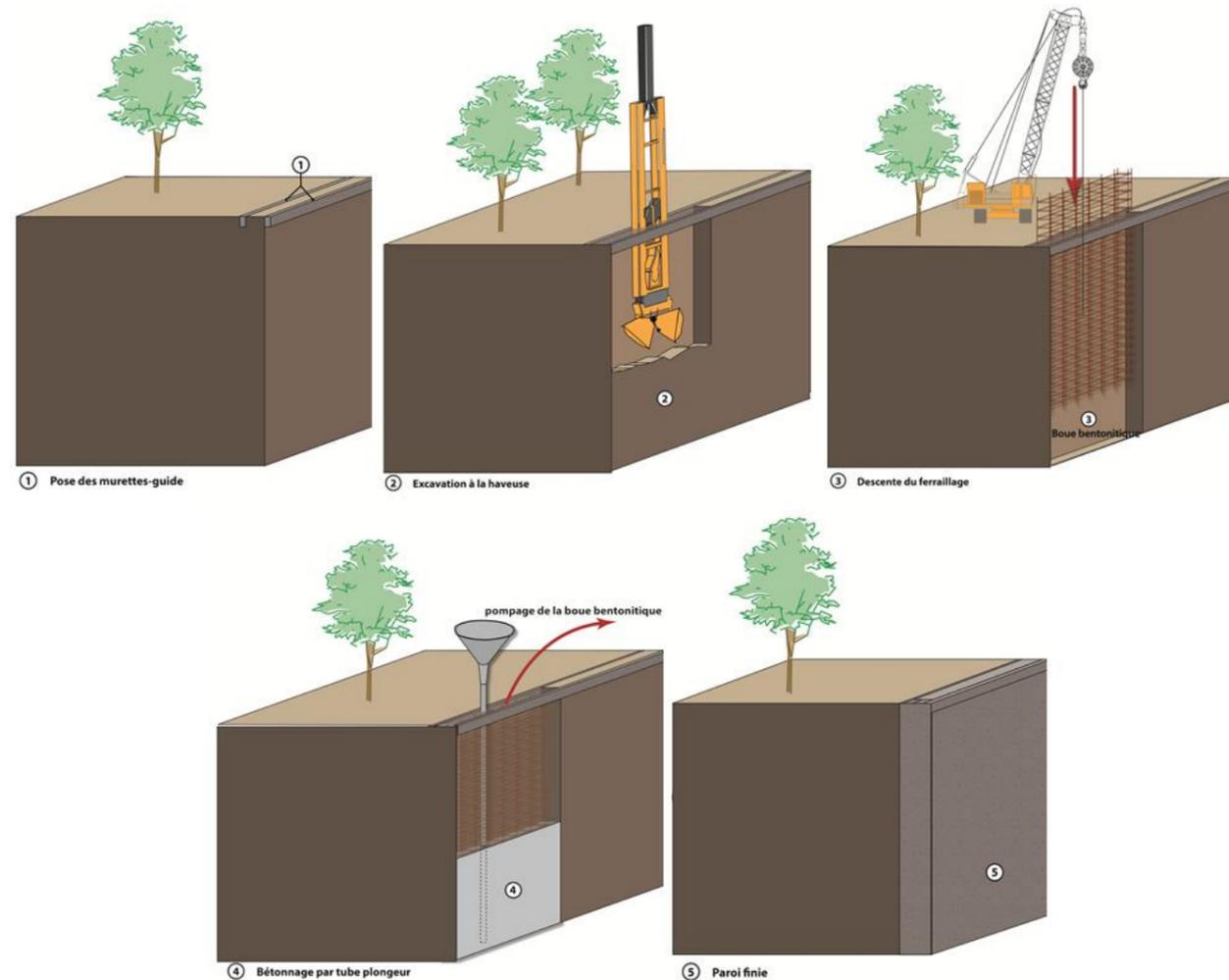
La première étape de réalisation d'une paroi moulée consiste à exécuter des murettes-guides. Ces deux murets en béton armé permettent de guider l'outil de forage et de caler les cages d'armature.

La perforation du sol est réalisée par panneaux de longueur limitée, variable selon le type de sol et le voisinage.

La stabilité des fouilles réalisées est assurée par la substitution aux terres excavées de boue bentonitique (boue contenant de la bentonite –argiles- qui a la propriété à laisser facilement sa place aux bétons lors des travaux de constructions d'ouvrages de génie civil) dans la tranchée, au fur et à mesure du creusement de celle-ci. Ce fluide forme sur les parois de l'excavation un dépôt

étanche qui, en s'opposant à la percolation dans le terrain, permet d'appliquer la pression hydrostatique aux parois, en empêchant ainsi 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.



Etapas de réalisation des parois moulées (Société du Grand Paris)

• **Exécution des gares**

Les méthodes de construction et les différentes phases de réalisation des gares sont détaillées dans la pièce D du dossier de DUP. Les méthodes utilisées selon les gares souterraines de la Ligne 18 sont présentées ci-contre.

Coupe type	Gare	Méthode de construction
	Antony-pôle	Réalisation à ciel ouvert
	Massy Opéra	Réalisation en tranchée couverte en deux séquences
	Massy - Palaiseau	Réalisation en tranchée couverte
	Saint-Quentin Est	Réalisation à ciel ouvert
	Satory	Réalisation à ciel ouvert
	Versailles Chantiers	Réalisation mixte : ciel ouvert en deux séquences puis excavation en souterrain

Techniques d'exécution des gares souterraine (Société du Grand Paris)

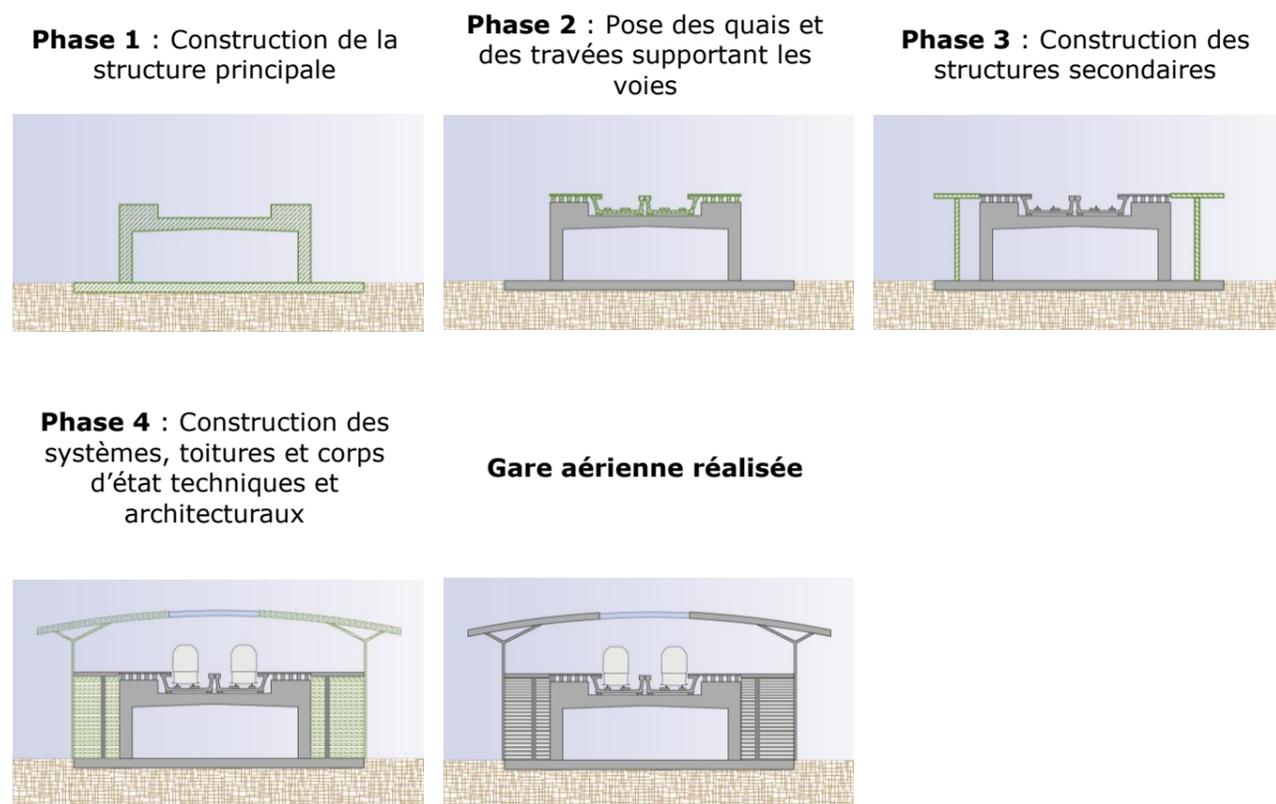
2.1.3.2 Réalisation des gares aériennes

Le principe de construction des gares aériennes de la ligne (Palaiseau et Orsay-Gif) se présente comme suit :

- une structure principale, destinée à soutenir les quais et le viaduc accueillant les voies ferrées, est bâtie. Elle est constituée d'une série de 6 portiques ;
- les quais et les travées du viaduc préfabriqués sont posés sur la structure principale ;
- une structure secondaire est réalisée en arrière des quais ;
- les circulations verticales (escaliers fixes et mécaniques, ascenseurs) ainsi que la toiture de la gare sont installées, en appui sur cette structure secondaire.

Cette conception en double structure permet de rendre indépendants le viaduc et les quais (structure principale) du traitement architectural de la gare (structure secondaire).

Les schémas ci-dessous présentent les différentes phases de construction :



Méthode de réalisation d'une gare aérienne (Société du Grand Paris)

Coupe type	Gare	Méthode de construction
	Palaiseau	Réalisation en surface
	Orsay - Gif	Réalisation en surface

Techniques d'exécution des gares aériennes (Société du Grand Paris)

2.2. Les mesures conservatoires pour la réalisation future de la gare CEA Saint-Aubin

La gare **CEA Saint-Aubin** n'est pas incluse dans le présent projet soumis à enquête publique et fera l'objet de démarches réglementaires ultérieures. Pour permettre la réalisation ultérieure de la gare CEA Saint-Aubin, le projet de liaison en métro automatique entre les gares Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers prévoit des mesures conservatoires.

La mise en service de la gare CEA Saint-Aubin est conditionnée à l'évolution des activités du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives. En effet, une « zone de danger immédiat » a été annexée au Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Saclay approuvé le 3 septembre 2013, à la suite d'un « porter à connaissance » (PAC) des risques liés aux activités nucléaires (maîtrise de l'urbanisme) effectué en mai 2011 par le préfet de l'Essonne sur la base d'un rapport de l'Autorité de Sureté Nucléaire (ASN).

Cette zone de danger immédiat, d'un rayon de 1000 m autour du réacteur Osiris du CEA, recouvre la gare du CEA et une partie du viaduc. Elle interdit :

- « les établissements recevant du public (ERP) ;
- « les services publics et d'intérêt collectif » (p.28) tout en admettant qu'il convient « d'encourager la mise en œuvre d'infrastructures de transit et de desserte ».

Le viaduc peut être qualifié d'ouvrage de génie civil de transit et la gare CEA Saint-Aubin est un ERP de catégorie 5.

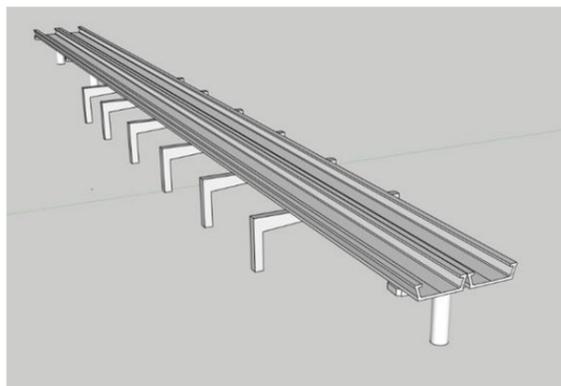
La construction de la gare du CEA est donc conditionnée à la réduction du périmètre de danger du réacteur Osiris ou de toute autre installation dont le périmètre de danger viendrait à couvrir la gare.

Des dispositions seront prises pour permettre la réalisation ultérieure de la gare :

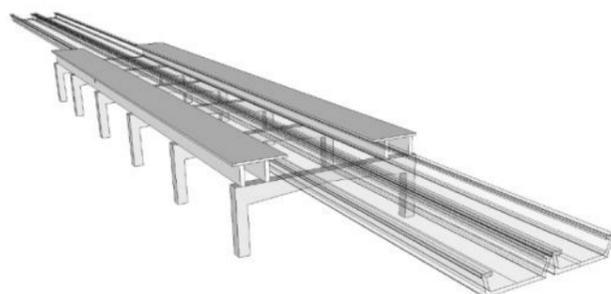
- acquisition de l'emprise foncière nécessaire à terme ;
- réalisation de la structure de la gare ;
- réalisation des équipements système nécessaires à l'exploitation de la ligne Aéroport d'Orly - Versailles Chantiers tant que la gare CEA Saint Aubin ne sera pas en service (poste de redressement par exemple).

La gare aérienne est en effet composée de trois structures indépendantes :

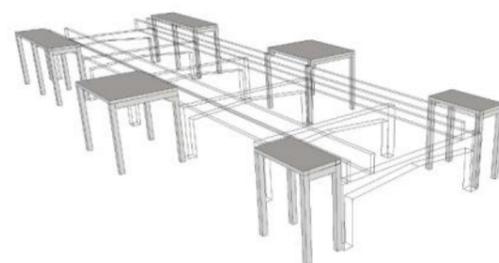
- le viaduc, en gare, repose sur des portiques ;
- la structure des quais de la gare qui repose sur les portiques préalablement construits, pourra être réalisée dans un second temps ;
- enfin les structures indépendantes qui supportent les escaliers et les escalators pourront être réalisées dans un 3^{ème} temps.



Construction du viaduc en gare



Construction des structures de quai



Construction des structures indépendantes

La toiture et les corps d'état technique et architecturaux ainsi que les systèmes en gare pourront ensuite être installés.

2.3. Le tunnel et les puits de tunnelier

La majorité du tracé de la Ligne 18 entre Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers sur environ 21,5 km est prévue en insertion souterraine. Une partie est également prévue en aérien sur viaduc (cf. § 2.4 page 41).

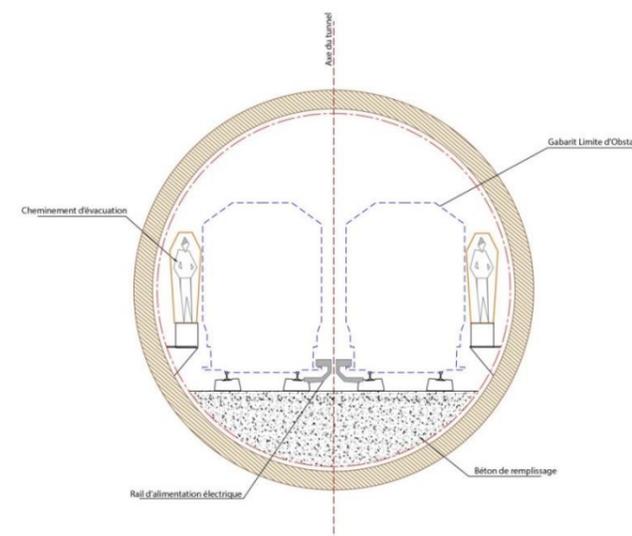
2.3.1. Caractéristiques générales du tunnel

La section courante du tunnel ferroviaire réalisé dans le cadre du projet permet la pose et l'équipement de deux voies de circulation. Le tunnel a un **diamètre extérieur de 9 mètres** environ. Il s'agit de la section du tunnel qui devra être excavée. L'armature du tunnel est constituée de voussoirs en béton, représentés en beige sur la figure suivante.

La géométrie du tunnel est limitée par différentes contraintes :

- les possibilités techniques de déplacement du tunnelier (la majorité du tracé souterrain étant creusée au tunnelier) ;
- les contraintes de tracé imposées par la circulation du matériel roulant ;
- les contraintes imposées par la recherche du confort des usagers ;
- les contraintes imposées par le relief notamment.

Le tunnel se situe à des profondeurs variables. Sur la ligne 18, le niveau du rail atteint au maximum -51 mètres par rapport au terrain naturel.



Coupe type du tunnel à deux voies en alignement droit (Société du Grand Paris)

2.3.2. Principes de réalisation et mise en œuvre des tunneliers

Afin notamment de minimiser la durée des travaux et les contraintes pour la population, la partie courante du tunnel de la section souterraine de la ligne 18 est réalisée sur la plus grande partie de sa longueur au tunnelier.

2.3.2.1 Fonctionnement d'un tunnelier

Le tunnelier est un engin de forage permettant de creuser au moyen d'une tête rotative les terrains tout en les maintenant sous pression afin d'assurer la stabilité des sols et des ouvrages environnants lors du creusement. Il assure plusieurs fonctions :

- creusement du terrain ;
- évacuation des déblais ;
- soutènement provisoire ;
- montage du revêtement définitif du tunnel.

Le tunnelier, dont la longueur totale avec tous les équipements auxiliaires peut atteindre 100 mètres, est constitué de différentes parties aux fonctionnalités bien définies :

- la **roue de coupe** (ou tête d'abattage) fixée à l'avant du bouclier est une pièce rotative équipée de multiples molettes de coupes, de pics et de couteaux, permettant une excavation efficace des sols dans les terrains de toute nature ;
- La **chambre d'abattage**, cavité située entre la roue de coupe et le bouclier, reçoit les terres excavées par la roue de coupe tout en les maintenant à une pression suffisante pour résister à la pression exercée par le terrain, assurant ainsi la stabilité du front d'attaque ;

- Le **bouclier**, pièce maîtresse de la structure du tunnelier, est la cloison étanche et résistante qui sépare la chambre d'abattage, sous pression, de la partie arrière du tunnelier et du tunnel déjà réalisé, qui sont à la pression atmosphérique. Il regroupe les systèmes permettant d'extraire les déblais, de faire tourner la roue de coupe et de faire avancer le tunnelier ;

En particulier, les **vérins de poussée** s'appuient sur le dernier anneau posé du tunnel pour faire avancer le tunnelier ;

- la **jupe** est placée derrière le bouclier. Elle a pour fonction de contenir les terres et, sous sa protection, de poser à l'avancement le revêtement définitif du tunnel (voussoirs) de façon semi-automatisée au moyen de l'**anneau érecteur** ;
- le **train suiveur**, composé d'un certain nombre d'éléments (ou remorques) accrochés au tunnelier, assure toutes les fonctions vitales pour le bon fonctionnement du tunnelier, en particulier la distribution d'énergie. Il est l'interface entre le tunnelier et toute sa logistique arrière, assurée par les véhicules d'approvisionnement.

Le train suiveur possède une cabine de pilotage, un poste de transformation et de distribution électrique, des pompes hydrauliques et cuves à huile pour alimenter les vérins, des cuves et pompes de transfert du mortier de bourrage, des installations de ventilation afin de garantir la qualité de l'air dans le tunnel, et l'ensemble des équipements permettant d'assurer la sécurité du personnel et des installations.

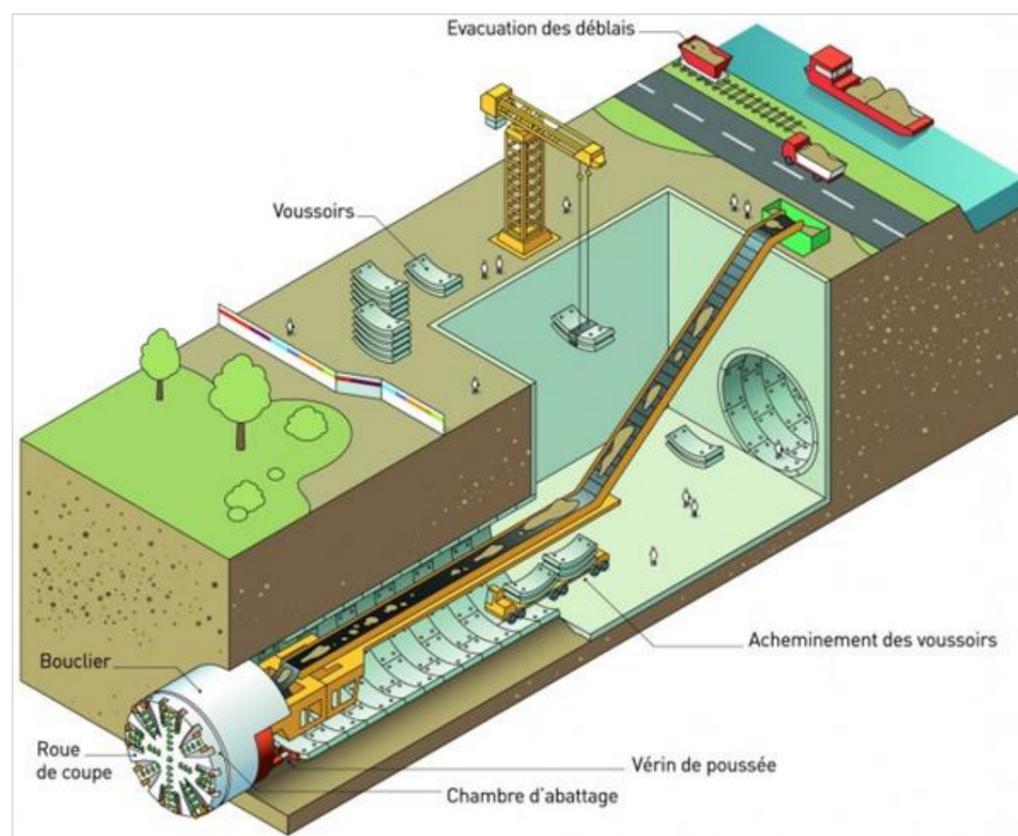


Schéma de fonctionnement d'un tunnelier et d'un puits de départ de tunnelier
(Société du Grand Paris)

2.3.2.2 Tunneliers à pression de terre et à pression de boue

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.

- Pression de terre

Les tunneliers à pression de terre sont plutôt adaptés aux terrains cohérents.

Le principe de fonctionnement des tunneliers à pression de terre consiste à assurer la stabilité du front d'attaque par mise en pression des déblais excavés contenus dans la chambre d'abattage pour équilibrer les pressions des terrains et de la nappe. Les déblais sont rendus, si nécessaire, pâteux à l'aide d'additifs injectés à partir d'orifices situés sur la tête d'abattage et la cloison étanche. L'extraction des terres au travers du bouclier est assurée par la vis d'extraction (vis d'Archimède) et permettant de réaliser cette extraction tout en maintenant la différence de pression entre la pression du terrain régnant dans la chambre d'abattage et la pression atmosphérique régnant à l'intérieur du tunnelier. C'est la régulation de l'extraction des déblais, en corrélation avec la poussée du tunnelier, qui assure le maintien de la pression du produit excavé dans la chambre d'abattage.

- Pression de boue

Les tunneliers à pression de boue sont, quant à eux, plutôt adaptés aux terrains sablo-graveleux sous forte charge hydrostatique.

Le principe de fonctionnement des tunneliers à pression de boue consiste à assurer la stabilité du front d'attaque par l'injection sous pression dans la chambre d'abattage d'une boue spéciale, dite bentonitique, préparée sur le site, pour contenir la pression hydrostatique et la pression de terrain encaissant, d'où la dénomination « pression de boue ».

La boue est transportée par des conduites depuis la surface, elle est mélangée aux déblais creusés par la roue, dans la chambre d'abattage. Puis le mélange déblais/boue est pompé vers la surface. La boue est filtrée pour la séparer des déblais, et elle est réinjectée dans le circuit (circuit de marinage).

L'un ou l'autre de ces systèmes pourra être utilisé dans le cadre des travaux de la Ligne 18. Les études sont en cours pour déterminer le système le plus adaptés aux terrains et caractéristiques mécaniques des roches rencontrés.

2.3.2.3 Principe d'exécution des tunnels réalisés au tunnelier

Pour creuser le tunnel au tunnelier, deux ouvrages de génie civil spécifiques sont nécessaires en amont et en aval du linéaire creusé pour permettre l'assemblage de la machine du tunnelier et son l'avancement. Il s'agit :

- Du **puits d'entrée** de tunnelier, également appelé puits d'attaque : ce puits constitue le site de départ du creusement du tunnelier et permet une fois le puits réalisé l'assemblage des pièces du tunnelier, acheminé par convoi spécial, à l'intérieur de l'ouvrage. En phase de creusement, le puits sert à l'approvisionnement en matériaux ainsi qu'à l'évacuation des terres excavées.

- Du **puits de sortie** de tunnelier : ce puits permet le démontage du tunnelier après creusement. Il est ensuite déplacé par convoi spécial et peut être remonté dans un nouveau puits d'entrée si nécessaire.

Les éléments présentés ci-après sont des scénarios d'étude établis au stade des études préliminaires de la Société du Grand Paris dans le respect des objectifs de mises en services définis. Ils pourront évoluer dans le cadre des études ultérieures d'Avant-Projet et de Projet.

Dans le cadre du projet, **six puits** seront aménagés sur l'ensemble de la ligne afin de permettre l'entrée et la sortie des tunneliers. Ces puits utilisent les emprises d'une future gare ou d'un futur ouvrage annexe ce qui permet de bénéficier d'installations de chantiers communes aux deux ouvrages.

Le phasage de réalisation de la ligne envisagé à ce stade des études consiste en deux phases :

- Phase 1 (mise en service en 2024) :

Un premier tunnelier est introduit dans le puits d'entrée OA 8 et creusera le tunnel vers l'Ouest en direction d'Orsay-Gif, jusqu'au puits de sortie Camille Claudel (OA 14).

Un second tunnelier est introduit dans ce même puits d'entrée et creusera le tunnel vers l'Est en direction d'Orly jusqu'au puits de sortie localisé après la gare d'Aéroport d'Orly (OA 1).

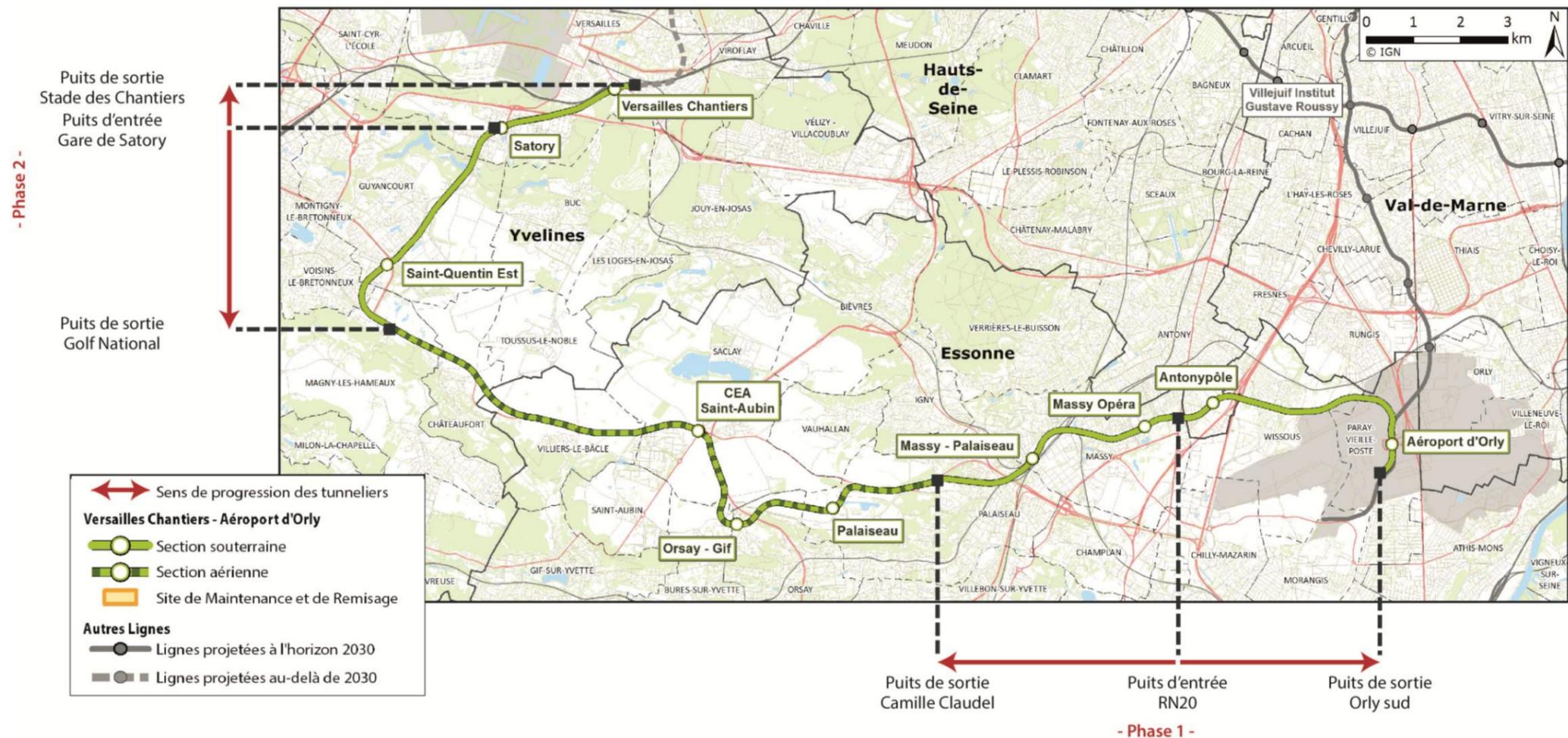
- Phase 2 (mise en service en 2030) :

Le puits d'entrée localisé à l'emplacement de la gare Satory sert pour creuser les deux sections de tunnels : un vers le nord en direction de Versailles Chantiers et l'autre vers le sud en direction de Saint-Quentin.

Ces puits sont creusés dans le sol, à l'intérieur d'une enceinte de parois moulées. Leur profondeur dépend de la profondeur du tunnel et peut varier de 15 à 35 mètres selon l'altimétrie du tunnel.

A la fin des travaux de réalisation du tunnel, le puits d'entrée OA 8 et les puits de sortie OA 1, 14, 15 et 24 seront mutualisés avec un ouvrage annexe. Le puits d'entrée à Satory est quant à lui intégré à la boîte gare.

Sens de progression des tunneliers	Nom de l'ouvrage	Localisation	Type/fonction
12,1 km	OA 1	Sud de la gare Aéroport d'Orly	Puits de sortie tunnelier Ouvrage annexe en phase d'exploitation
	OA 8	Entre les gares Antonypôle et Massy Opéra, le long de la D920 à Antony	Puits d'entrée tunnelier
	OA 14	Entre les gares Massy - Palaiseau et Palaiseau, au niveau du quartier Camille Claudel	Puits de sortie tunnelier Ouvrage annexe en phase d'exploitation
8,6 km	OA 15	Sur la commune de Magny-les-Hameaux, au niveau du Golf National	Puits de sortie tunnelier Ouvrage annexe en phase d'exploitation
	Satory	Gare Satory	Puits d'entrée tunnelier et gare à terme
	OA 24	A l'Est de la gare Versailles Chantiers	Puits de sortie tunnelier Ouvrage annexe en phase d'exploitation



2.3.2.4 Installations de chantier

Les installations de chantier nécessaires à l'exploitation du tunnelier nécessitent des emprises de taille importante à proximité de chaque puits d'accès tunnelier. En effet, elles comprennent différentes zones :

- Les puits d'entrée et de sortie des tunneliers permettant le montage des tunneliers puis leur démontage.
- 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 de 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 ;
- zone de marinage : zone de stockage provisoire des déblais issus de l'excavation avant leur transport et leur évacuation dans un lieu adapté.

2.3.3. Autres méthodes de réalisation des ouvrages souterrains

Certaines parties du linéaire du tunnel de la ligne 18, correspondant aux zones de transition entre les parties souterraines et aériennes et au raccordement du site de maintenance ne seront pas creusés au tunnelier et seront réalisés en méthodes dites traditionnelles ou conventionnelles : tranchée couverte ou tranchée ouverte.

Les sections concernées sont les suivantes :

- A l'Ouest du quartier Camille Claudel ;
- Au niveau du Golf National de Guyancourt.

Ces sections sont plus détaillées aux paragraphes 2.5 page 44 et 2.7.3 page 48. Il s'agit d'ouvrages dont la réalisation s'effectuera à ciel ouvert.

En général, la réalisation de la tranchée sera menée en recourant à la méthode des parois moulées, et ce afin de limiter les emprises de l'infrastructure (les bords de la tranchée sont alors verticaux).

Dans ce cas, la méthode de construction employée est proche de celle utilisée pour les gares en tranchée couverte radier premier ou couverture première.

Sur les sections où la tranchée ouverte est peu profonde, elle sera réalisée en recourant à une méthode de terrassement traditionnelle. La tranchée est alors creusée progressivement depuis le terrain naturel, en réalisant des talus en pente relativement douce.

Cette méthode traditionnelle présente de très nombreuses déclinaisons sur le terrain en fonction non seulement des sols mais aussi du savoir-faire et des matériels spécifiques de mineur développés par chaque entreprise spécialisée qui la met en œuvre. Elle permet du « sur-mesure » pour s'adapter au contexte effectivement rencontré (largeur des passes, profondeur de découpe, stabilisation du front, soutènement provisoires et définitifs, etc.).

2.4. Le viaduc

2.4.1. Caractéristiques générales du viaduc

La section courante du viaduc ferroviaire permet la pose et l'équipement de deux voies de circulation au même titre que la section souterraine. Le viaduc aura une **largeur totale de 10 mètres** environ.

Plusieurs types de structure du viaduc peuvent être envisagés. Les garde-corps peuvent être en béton et former un U unique pouvant accueillir les 2 voies ce qui permet la circulation de deux trains sur le même tablier.

Les études préliminaires ont été menées avec l'hypothèse d'un viaduc en double petit U ce qui ne préjuge en aucun cas du choix qui sera effectué au stade des études de maîtrise d'œuvre.

Le tablier est ainsi constitué de deux poutres de section transversale en forme de U : chaque poutre (ou petit U) supporte une voie. La portée standard est de 25 m environ, signifiant que le viaduc est soutenu par un unique appui central tous les 25 mètres environ.

Les piles sont coulées sur place. Elles reposent sur des fondations dont la structure dépend de la nature du sol. Les chevêtres, qui supportent le tablier, peuvent également être coulés sur place.

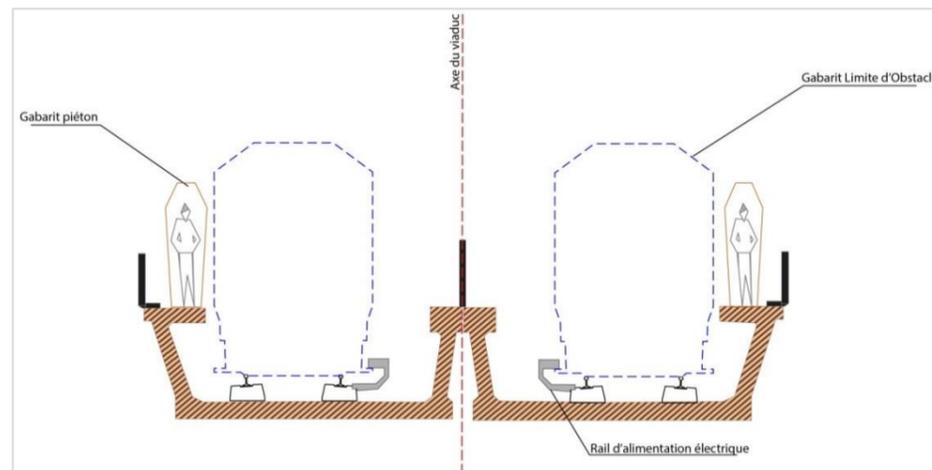
Cette solution technique est en effet très efficace au regard des critères suivants :

- en termes de quantités de matériaux nécessaires ;
- en termes de rapidité de construction : la travée entière est construite sur une aire de préfabrication ce qui allège les travaux sur site ;
- en termes de flexibilité du planning de réalisation. En cas d'aléas en phase travaux sur l'une des parties du viaduc, l'équipe travaux peut être affectée sur un autre tronçon pendant la résolution des problèmes.

Le viaduc se situe à des élévations variables. Le niveau moyen en sous-face du viaduc est de l'ordre de 6 mètres par rapport au terrain naturel en l'absence de contrainte particulière (5 mètres sous les chevêtres). Le niveau de la sous face du viaduc atteint au maximum +31 mètres par rapport au terrain naturel pour le franchissement de la N118 qui est encaissée au point de franchissement.



Section type d'un viaduc en petit U (Société du Grand Paris)



Coupe type du viaduc à deux voies en alignement droit (Société du Grand Paris)

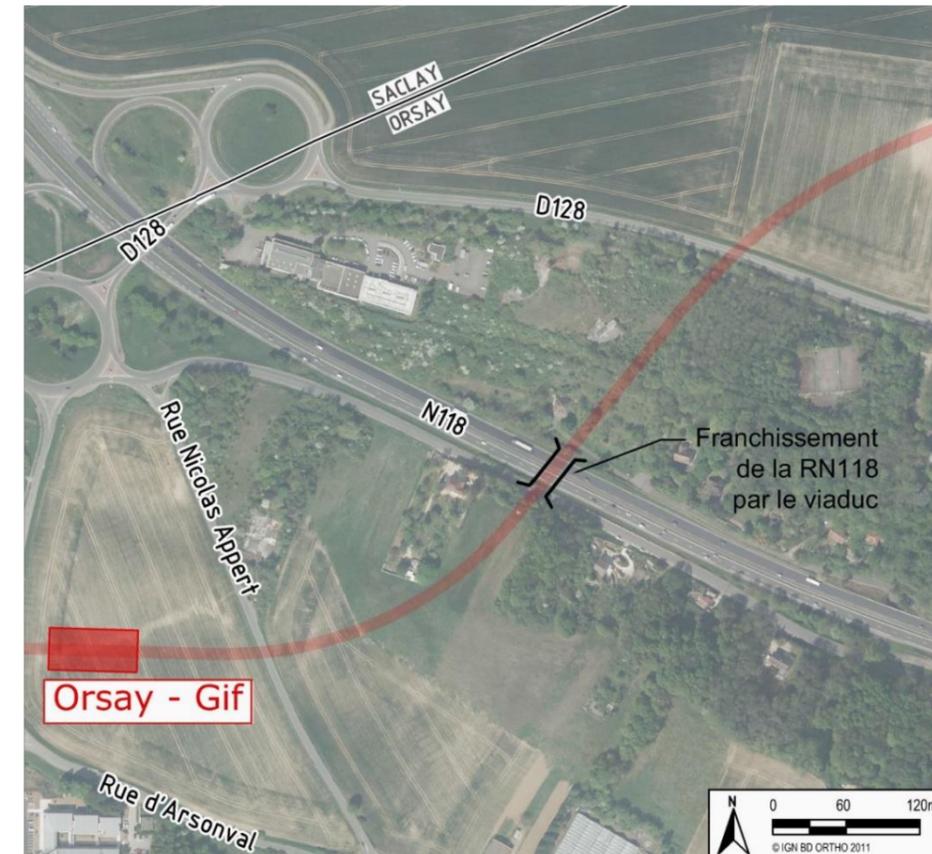
La conception architecturale et paysagère du viaduc et des gares aériennes sera approfondie dans les phases d'études ultérieures et fera l'objet d'une maîtrise d'œuvre architecturale spécifique, dont le cahier des charges intègrera les contraintes d'insertion analysées en phase d'études préliminaires.

2.4.2. Ouvrage de franchissement de la N118

Le tracé de la Ligne 18 franchit la N118. Ce franchissement se situe dans la commune d'Orsay, entre les gares de Palaiseau et d'Orsay-Gif.

Le tracé franchit la route nationale par un ouvrage présentant le biais le plus faible possible, afin de réduire la portée de l'ouvrage à construire au-dessus de la route.

La largeur du terre-plein central de la N118 est insuffisante pour implanter une pile et pour prévoir les dispositifs de protection de la pile aux chocs. Ainsi, les appuis du tablier seront implantés en dehors des emprises de la N118, ce qui impose de prévoir une travée d'une portée minimale de 30 m.



Plan de localisation du franchissement de la N118 (Société du Grand Paris)

2.4.3. Les accès de secours au viaduc

Les accès de secours au viaduc se feront à partir des axes routiers existants. Pour les intergares dépassant 5 kilomètres, il est prévu d'implanter un accès avec des escaliers de part et d'autre de la voie. Il serait localisé à proximité de la route des Gravières.



Escaliers de secours – profil en long et coupe (Société du Grand Paris)

Cet ouvrage est implanté sur des parcelles agricoles au droit du viaduc qui s'écarte sur cette section de la route. Ainsi, pour les 1200 m du viaduc qui traverse la zone agricole de la croix de Justice, l'accès peut se faire par la route de Toussus le Noble avec 750 m vers l'ouest et 450m vers l'Est pour rejoindre la RD36.



Cheminement accès secours (études préliminaires)

2.4.4. Principe de réalisation du viaduc

Les méthodes constructives du viaduc visent à préfabriquer un maximum d'éléments afin de limiter les opérations sur site. Ainsi, dans le cas d'un viaduc en petit U, les fondations, les fûts des piles et les chevêtres sont coulés sur place alors que les travées en béton précontraint seront préfabriquées.

A ce stade du projet, le choix entre la préfabrication des travées du viaduc sur un chantier annexe du projet ou l'apport de travées préfabriquées n'est pas encore défini. Si le premier choix est retenu, cela nécessitera la mise en place d'au moins une aire de préfabrication. Les besoins pour l'implantation et le dimensionnement de cette aire seront précisés dans le cadre des études d'avant-projet. Cette aire ne fait donc aujourd'hui pas partie du périmètre du présent dossier d'enquête.

En effet, selon que cette aire de préfabrication sera ou non intégrée aux missions de l'entreprise de travaux, l'acquisition et les dossiers réglementaires associés seront portés soit par ladite entreprise soit par la SGP. L'évaluation des impacts sur l'environnement de ce site fera l'objet des procédures spécifiques ultérieures au titre du code de l'environnement notamment pour les Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE).

Pour être pertinente, l'implantation de ce site devra notamment respecter un certain nombre de contraintes, en notamment :

- Etre implantée à proximité direct du tracé en viaduc pour éviter le transport des travées sur de longues distances;
- Etre accessible par des voies permettant la circulation de convois exceptionnels vers et depuis le chantier du viaduc;
- Privilégier les parcelles publiques ou mises à disposition par des privés (convention d'occupation temporaire...).

Le phasage de construction du viaduc selon la méthode de mise en place à l'avancement par grue sera le suivant :

- Réalisation des fondations les fondations (phase 1 image ci-contre);
- les piles seront coulées en place (phase 2 image ci-contre) ;
- les chevêtres seront soit coulées en place, soit préfabriqués puis installés à l'aide d'une grue (phase 3 image ci-contre);
- les poutres (petits ou grand U) préfabriquées seront installées sur site à l'aide de deux grues (phase 4 et 5 image ci-contre).

Plusieurs fronts seront mis en œuvre de façon à respecter les échéances de mise en service. Une réflexion sera par ailleurs menée sur les opportunités de réalisation anticipée du prolongement de la ligne jusqu'à Saint-Quentin, en tenant compte des infrastructures à réaliser lors de chacune des deux phases dans le cas de cette mise en service en deux étapes.

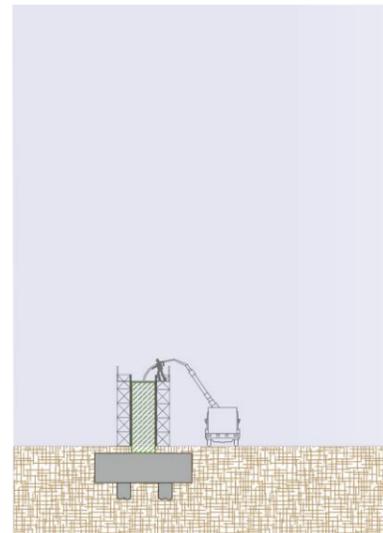
La méthode de réalisation du viaduc pourra être adaptée. L'organisation du chantier sera étudiée en phase de maîtrise d'œuvre de façon à limiter autant que possible les nuisances tout en respectant les contraintes des horizons de mise en service.

Pour l'ouvrage de franchissement de la N118, une solution de « lançage » du tablier est envisagée.

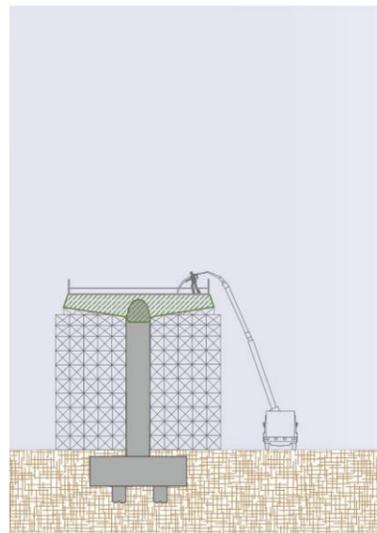
Phase 1 : Coulage de la semelle de fondations et des pieux supports



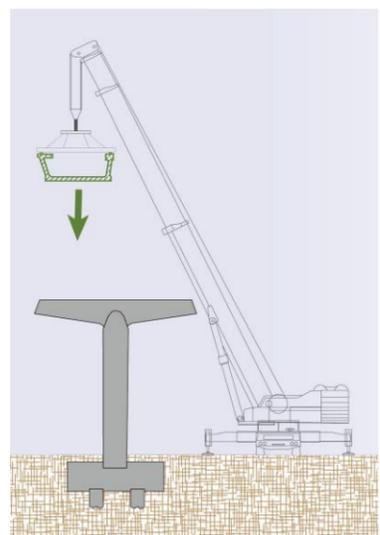
Phase 2 : Coulage de la pile



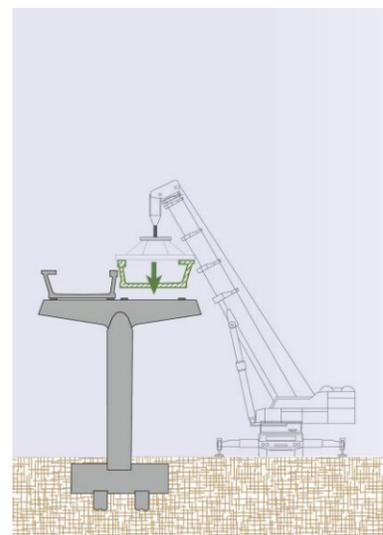
Phase 3 : Coulage du chevêtre



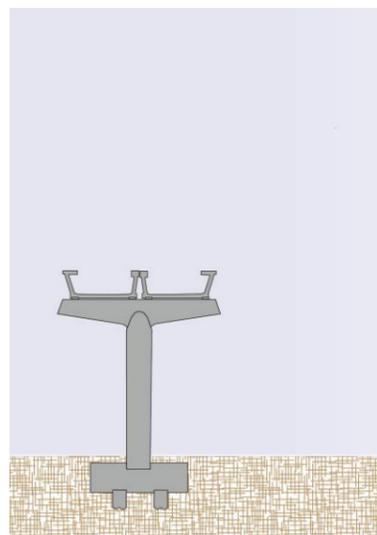
Phase 4 : Pose du premier Petit ou grand U



Phase 5 : Pose du second Petit ou grand U



Viaduc en « double petit ou grand U » terminé



Principe de construction du viaduc (Société du Grand Paris)

2.5. Les zones de transition entre viaduc et tunnel

Aux extrémités du viaduc, une transition est réalisée vers la section souterraine au moyen d'une rampe pour rejoindre le terrain naturel et d'une tranchée ouverte pour s'enfoncer progressivement dans le sous-sol, puis d'une tranchée couverte permettant d'atteindre la profondeur suffisante à la mise en œuvre d'un tunnelier.



Les longueurs des différentes sections ne sont pas à l'échelle.

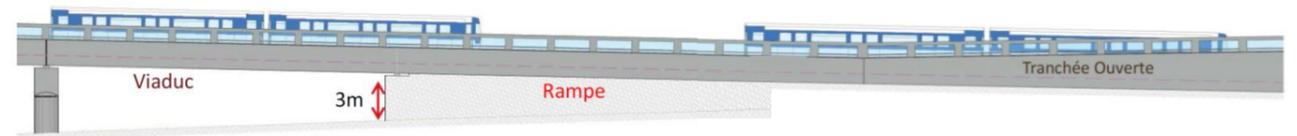


Schéma de transition viaduc / tranchée ouverte (BURGEAP / Société du Grand Paris)

Ces transitions constituent une coupure infranchissable au sein du territoire, aussi l'objectif est d'en réduire autant que possible le nombre et la longueur ce qui conduit à ne pas multiplier l'alternance des tronçons en aérien et en souterrain et à chercher à ne pas positionner ces transitions dans des zones déjà urbanisées ou promises à l'urbanisation. La ligne ne comprend que deux transitions, localisées sur les cartes ci-après :

- l'une le long de la RD 36, afin de ne pas cisailer l'extension future du quartier Camille Claudel ;
- la seconde transition se situe au sud du golf national et au nord de la RD 36.

Les longueurs de ces zones de transition, d'Est en Ouest de la ligne, sont les suivantes :

Localisation de la zone de transition	Longueur de la rampe (m)	Longueur de la tranchée ouverte (m)	Longueur de la tranchée couverte (m)
Palaiseau (entre la section souterraine Orly-Palaiseau et la section aérienne Palaiseau-Magny-les-Hameaux)	106	355	349
Magny-Les-Hameaux (entre la section aérienne Palaiseau - Magny-Les-Hameaux et la section souterraine Magny-les-Hameaux - Versailles)	89	155	460

Longueurs des zones de transition entre viaduc et tunnel (Société du Grand Paris)



Localisation de la zone de transition souterrain/aérien à Palaiseau (SGP)



Localisation de la zone de transition aérien/ souterrain à Palaiseau (SGP)

2.6. Les ouvrages annexes

2.6.1. Caractéristiques générales et localisation

Sur l'ensemble du tronçon Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers, 24 ouvrages annexes permettent notamment d'assurer les fonctions d'accès des secours ainsi que de ventilation et désenfumage du tunnel.

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

Nom de l'ouvrage	commune	Nom de l'ouvrage	commune
OA 1	Paray-Vieille-Poste	OA 13	Palaiseau
OA 2		OA 14	
OA 3		OA 15	Magny-Les-Hameaux
OA 4	OA 16		
OA 5	Wissous	OA 17	Guyancourt
OA 6		OA 18	
OA 7		OA 19	
OA 8		OA 20	
OA 9	Massy	OA 21	Versailles
OA 10		OA 22	
OA 11		OA 23	
OA 12	Palaiseau	OA 24	

Localisation des ouvrages annexes de la Ligne 18

Ces ouvrages, généralement souterrains, seront mutualisés et implantés en fonction du programme technique de la ligne, mais aussi en fonction du contexte urbain dans lequel ils s'insèrent, afin de limiter les nuisances sur leur environnement immédiat.

Ces ouvrages peuvent avoir des conceptions variées et, par exemple, être composés d'un puits vertical relié au tunnel principal par un rameau de liaison (exemple présenté sur l'illustration ci-contre) ou bien d'un puits vertical centré sur le tunnel.

Ces ouvrages apparaissent en surface sous forme d'une grille pour la fonction ventilation / désenfumage et d'une trappe pour l'accès des pompiers. Ils peuvent aussi occasionnellement être jumelés avec un poste de redressement électrique (PR) situé en intergare et nécessaire à l'alimentation des lignes.

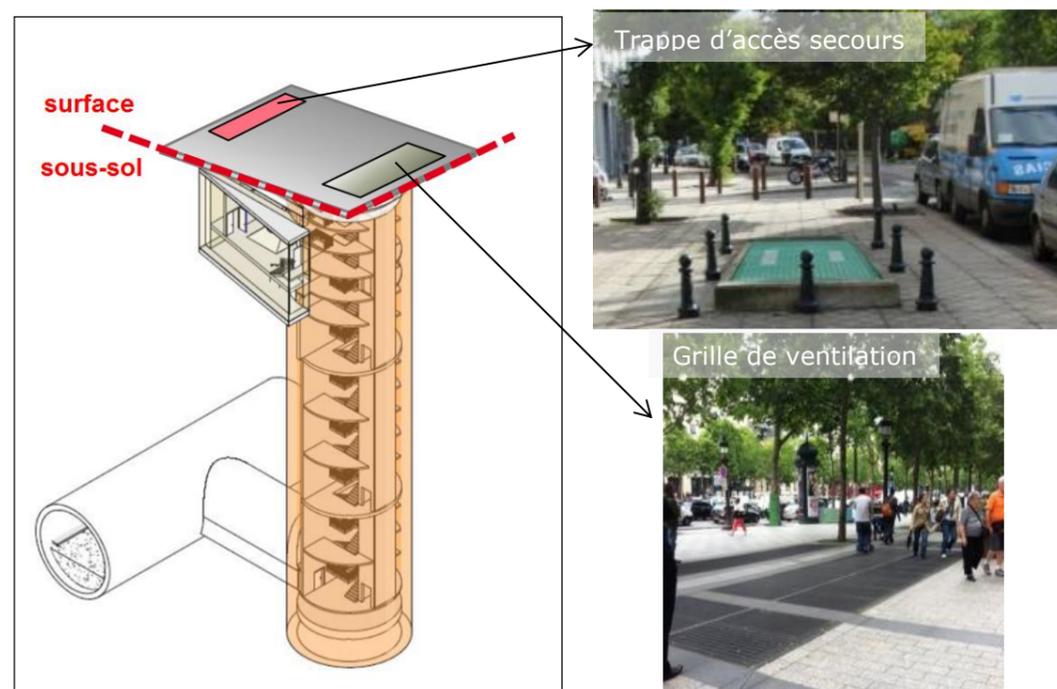


Schéma type d'un ouvrage annexe et visuels en surface (illustration donnée à titre indicatif)

2.6.2. Fonctionnalités

Ces ouvrages situés en dehors des gares et des tunnels sont nécessaires à l'exploitation, et assurent une ou plusieurs des fonctions décrites ci-après.

Accès de secours : Les accès de secours doivent permettre une intervention rapide et efficace des pompiers et services de secours, en n'importe quel endroit, en cas de sinistre. Pour les tunnels, des puits d'accès de secours sont disposés avec un intervalle maximum de 800 mètres, et à moins de 800 mètres d'une gare, conformément à l'arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport publics guidés urbains de personnes.

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

Ventilation / désenfumage : La ventilation du tunnel assure plusieurs fonctions essentielles :

- D'une part, elle permet de maintenir une température de confort dans l'ouvrage en évacuant l'air chaud issu de l'échauffement du tunnel ;
- D'autre part, elle permet le renouvellement de l'air ;
- Enfin, elle permet le balayage et l'évacuation de la fumée en cas d'incendie dans le tunnel, cette dernière fonction s'avérant dimensionnante.

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

Les ouvrages de ventilation/désenfumage sont équipés de deux ventilateurs permettant l'extraction ou l'insufflation d'air dans le tunnel. L'air est extrait vers la surface via des gaines de ventilation et des grilles de rejet. Celles-ci ont une surface de l'ordre de 40 à 60 m² en cas de circulation possible, 30 m² lorsqu'elles sont protégées et inaccessibles au public.

Généralement, les ouvrages de ventilation / désenfumage sont mutualisés avec les ouvrages d'accès pompiers.

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

Sous cette configuration :

- Les pressions ressenties dans les trains par les passagers lors de l'entrée en tunnel et lors du croisement des trains sont acceptables ;
- Les pressions sur les équipements en tunnel sont également à des niveaux acceptables.

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

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

Postes de redressement et postes éclairage force : Les postes de redressement permettent de transformer l'énergie électrique haute tension alternative (15 ou 20 kV) en courant continu de 750 ou 1 500 volts, utilisé par les trains de la Ligne 18. En règle générale, ils sont intégrés dans les espaces des gares. Lorsque les espaces en gare ne le permettent pas, ils sont localisés à des emplacements mutualisés avec des puits d'accès de secours, dans des locaux d'environ 150 m² préférentiellement situés en surface au niveau rez-de-chaussée.

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

2.6.3. Principe de réalisation

Les ouvrages annexes le long du tracé de référence de la ligne 18 sont situés à des niveaux de 13 à 52 m de profondeur. Ces ouvrages sont composés en deux parties :

- un **puits vertical** réalisé du niveau du terrain naturel jusqu'à la profondeur du tunnel ;
- des **rameaux de connexion**, réalisés selon la méthode conventionnelle permettant de connecter le puits vertical au tunnel foré. Des dimensions indicatives (longueur et section)

ont été utilisées dans cette phase d'études. Le rameau le plus long entre les ouvrages annexes et le tunnel de la ligne 18 est celui de l'ouvrage annexe situé au sud de la gare de Satory (OA 21). Il a une longueur d'environ 48 m ce qui ne pose pas de contrainte majeure à sa réalisation. Cette dimension a été étudiée afin de réduire les impacts en phase chantier et en phase exploitation sur le site classé de la vallée de la Bièvre.

Etant donné la profondeur moyenne des ouvrages, la méthode d'excavation à ciel ouvert avec un soutènement en parois moulées a été retenue pour la réalisation des puits verticaux. Une séquence d'excavation « radier premier » a aussi été envisagée dans la plupart des cas (20 ouvrages annexes), tandis qu'un phasage de construction moins impactant en phases travaux « couverture première » a été retenu dans les cas les plus contraints (4 ouvrages annexes).

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

Les voiles et/ou dalles butonnantes sont ensuite coulés en remontant. Des tirants ou des boutons (soutènement provisoire en phase d'excavation) pourront être nécessaires pour soutenir la paroi, vis à vis des efforts de poussée horizontale.

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

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

2.7. Le site de maintenance et raccordement

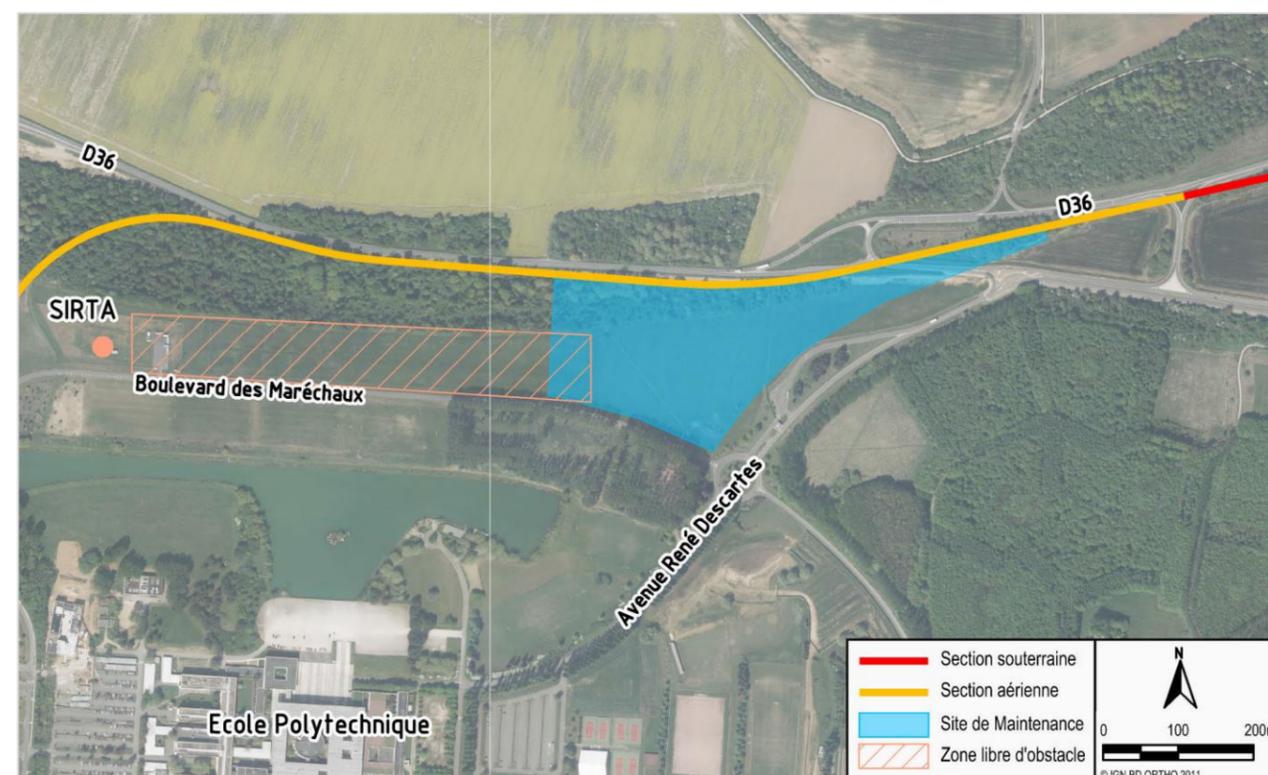
2.7.1. Localisation

Le projet de la Ligne 18 prévoit l'implantation d'un site dédié aux fonctions d'exploitation et de maintenance affecté spécifiquement à la ligne 18. L'emprise du site de maintenance s'est portée sur un site situé sur la commune de Palaiseau au nord de l'Ecole Polytechnique. La superficie totale du site (hors raccordement) est de l'ordre de 6,4 hectares, les emprises fonctionnelles s'inscrivent dans cet espace.

Le site de maintenance se trouve à proximité du Site Instrumental de Recherche par Télédétection Atmosphérique (SIRTA), dont les activités devront être préservées. En particulier, l'exploitation du SIRTA nécessite des mesures par tir laser sur la plaine engazonnée bordant le site Polytechnique. Ces tirs nécessitent une zone libre de tout obstacle. Cette contrainte a été prise en compte dans l'aménagement du parking du site.

La position de ce site est intéressante à plusieurs titres :

- elle est en mesure de répondre à l'échéance de mise en service entre les gares Aéroport d'Orly et CEA Saint-Aubin ou Orsay-Gif à l'horizon 2024 ;
- elle présente l'avantage de se situer quasiment au centre de la ligne Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers, ce qui facilitera son exploitation et les opérations de maintenance des infrastructures ;
- sa localisation au niveau de la transition entre le souterrain et l'aérien permet de limiter considérablement le linéaire de raccordement à la ligne et le coût de ce raccordement ;
- le site est positionné entre plusieurs voies routières et à l'écart de l'urbanisation, ce qui limitera les nuisances sur les zones denses actuelles et futures.



Localisation du site de maintenance de la Ligne 18 (Société du Grand Paris)

2.7.2. Fonctionnalités

Le site de maintenance de la Ligne 18 comprend à la fois les fonctions de :

- Site de Maintenance et de Remisage (SMR) du matériel roulant, dédié à la maintenance des métros qui circuleront sur la Ligne 18. Il regroupe :
 - o un **atelier de maintenance des trains**. La maintenance des trains est segmentée en maintenance « courante » et « renforcée ». L'atelier présente également un tour en fosse (reprofilage des essieux) et une machine à laver les trains qui peut être

implantée à l'intérieur d'un bâtiment. Des locaux techniques nécessaires aux activités de maintenance seront également implantés dans les bâtiments : local batterie, ateliers électrique et mécanique, stockage temporaire de déchets, etc. Des locaux pour le personnel seront également réservés dans le bâtiment : bureaux, vestiaires, sanitaires, salles de réunions, etc. ;

- une **zone de remisage des trains** en attente de maintenance. Il ne s'agit pas du remisage des trains en dehors des heures d'exploitation, cette fonction étant assurée par les arrières-gares des deux terminus de la ligne.
- Site de Maintenance des Infrastructures (SMI) de la ligne, qui doit assurer la maintenance :
 - des voies ferrées sur lesquelles circuleront les métros de la ligne 18 ;
 - des systèmes d'approvisionnement en énergie ;
 - des équipements de sécurité du tunnel et des gares ;
 - des équipements de signalisation et de contrôle-commande ferroviaire ;
 - des ouvrages d'art (viaduc en premier lieu).

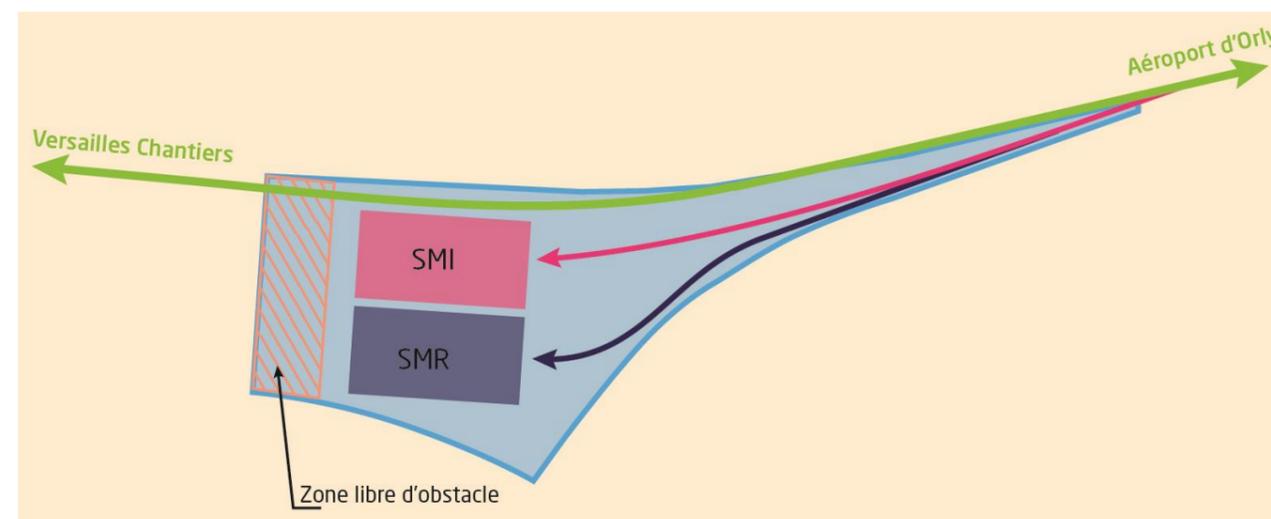
Il est lui aussi scindé en plusieurs zones : un **atelier de maintenance des infrastructures** et un **atelier de maintenance des véhicules de maintenance de l'infrastructure (VMI)**.

- Poste de Commande Centralisé (PCC) chargé de la direction et de l'exploitation de la ligne regroupe ces deux fonctions :
 - La direction générale de la ligne assure l'organisation de l'exploitation, la gestion du domaine et de ses abords, la gestion du personnel, et l'administration du site. La direction opérationnelle regroupe les fonctions support permettant le fonctionnement de la ligne.
 - L'exploitation de la ligne en vue d'assurer en temps réel : la régulation du transport, la sécurité des voyageurs en ligne et en gares, la gestion en temps réel de l'information voyageurs, la gestion des mouvements du matériel roulant sur l'ensemble de la ligne et du site, la gestion de la maintenance des gares, le traitement des incidents techniques en ligne et en gare.

Le PCC est ainsi comparable à la « tour de contrôle de la ligne et du site ». Centre névralgique du fonctionnement de la ligne, il est localisé à proximité immédiate des locaux techniques qui abritent les automatismes de conduite permettant le fonctionnement automatique de la ligne.

Les principales raisons de leur regroupement sur un même site résident dans la mutualisation :

- du faisceau de voies les reliant à la ligne ;
- des fonctions liées au site (accès, contrôle d'accès, sûreté...) ;
- des équipements sociaux (restaurant, équipements tertiaires...) puisqu'il s'agit du seul point de la ligne où seront rassemblés des effectifs significatifs.



Plan d'organisation du site de maintenance (Société du Grand Paris)

Pour assurer le bon fonctionnement du SMR, du SMI et du PCC, d'autres fonctions doivent être assurées :

- un poste de sécurité, qui servira à filtrer les entrées/sorties routières au sein du site ;
- un espace de stockage des déchets : chaque entité industrielle du site comportera une zone de stockage des déchets ;
- une aire de livraison des véhicules ferroviaires : une zone permettant le chargement et le déchargement de véhicules ferroviaires (livraison du matériel roulant, échange de VMI...) sera implantée sur le site ;
- un parking pour les employés ;
- des zones de livraisons.

2.7.3. Raccordement du site de maintenance à la ligne

Le linéaire de raccordement du site de maintenance au niveau de la commune de Palaiseau sera réalisé en méthode traditionnelle en tranchée ouverte sur un linéaire d'environ 300 m depuis la section de la ligne réalisée en tranchée ouverte. Le raccordement permet de desservir à la fois la partie SMR et la partie SMI.

3. Caractéristiques d'exploitation du projet

3.1. Système de transport et matériel roulant

L'ensemble de la ligne verte (ligne 18) sera équipé d'un matériel roulant à conduite automatique sans conducteur dans les trains. Le matériel roulant ne possèdera ainsi pas de loge de conduite : la conduite manuelle restera cependant possible en situation très exceptionnelle. Pour assurer la sécurité des voyageurs en gare et contribuer à la régularité du service, des « façades de quai » (portes vitrées en bordure de quai) seront installées dans toutes les gares.

Ce mode de conduite présente de nombreux avantages et a fait ses preuves notamment sur la ligne 14 : adaptabilité de l'offre à la demande, régularité optimisée et bonne adéquation des coûts de fonctionnement. Les dispositifs de façades de quai, les systèmes de conduite automatique et de commandes centralisées aux architectures redondées sont des dispositifs qui permettent de garantir un haut niveau de disponibilité du système de transport.

Des comités tripartites sont mis en place dans le cadre de la conception de la ligne 18 entre le STIF, la RATP-GI et la SGP. Les aspects relatifs à la disponibilité des infrastructures du système de transport seront, entre autres, examinés conjointement dans ce cadre.

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

Les caractéristiques du matériel roulant de la verte (ligne 18) seront conformes aux études menées jusqu'à ce jour en lien avec le STIF :

- Le gabarit des trains sera de l'ordre de 2,50 m. Dans un premier temps, le matériel roulant de la ligne sera composé de trois voitures de 15 mètres environ, en cohérence avec la demande de transport prévisionnelle attendue sur la ligne.
- Les gares sont conçues pour permettre l'exploitation de trains de quatre voitures, pour répondre à la demande de trafic sur la ligne prolongée à Nanterre La Folie.
- Les trains seront alimentés par troisième rail (c'est-à-dire sans caténaire, comme c'est le cas sur le métro parisien).
- La capacité unitaire visée est d'environ 350 voyageurs par train dans les matériels roulant de la ligne (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.
- L'aménagement intérieur et les conditions de circulation dans la rame seront conçus pour favoriser des temps réduits d'échange aux points d'arrêt. Chaque voiture sera équipée de trois portes.
- Les trains seront accessibles aux Personnes à Mobilité Réduite (PMR) et aux Usagers en Fauteuil Roulant (UFR), qui disposeront d'emplacements adaptés dans les rames.

L'accessibilité sera optimale, grâce au plancher du train au même niveau que les quais et à l'absence de lacune entre le quai et le train.

Le matériel roulant de la Ligne 18 est prévu pour atteindre une vitesse maximale d'au moins 100 km/h. Cette vitesse, combinée avec des distances intergares assez longues, impose le roulement et le guidage par des roues en acier sur voies ferrées.

Tronçon Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers	
Roulement	Fer
Type d'alimentation	3ème rail Continue 750 V ou 1500 V
Largeur du matériel roulant	Environ 2,50 m
Longueur des voitures	Environ 15 m
Composition des trains	3 voitures, extensible à 4 voitures
Longueur du train	45 m, extensible à 60 m
Vitesse commerciale	65 km/h
Vitesse de pointe	Au moins 100 km/h
Capacité à 4 voyageurs/m ²	Environ 350 personnes pour un train de 3 voitures

Récapitulatif des caractéristiques principales du système de transport pour la Ligne 18

3.2. Offre de transport et service proposé

Le service commercial sera décidé par le STIF. Il pourra être aligné sur celui en vigueur en Ile-de-France soit de 5h15 à 1h15. A l'occasion de certains événements ainsi que le week-end, le service pourra être prolongé.

3.2.1. Phase 1 – Horizon 2024

A l'horizon 2024, la ligne verte (ligne 18) sera exploitée entre Aéroport d'Orly et Orsay – Gif. Elle sera exploitée avec des missions de type omnibus, s'arrêtant à chacune des gares du parcours. La vitesse commerciale envisagée est de l'ordre de 60 km/h. Il faudra alors environ 15 minutes pour relier Aéroport d'Orly et Orsay – Gif.

A cet horizon, la charge dimensionnante de la Ligne 18 sera comprise **entre 3 000 et 4000 voyageurs** à l'heure de pointe du matin, sur la section et dans le sens les plus chargés. La ligne pourra être exploitée avec des **trains composés de 3 voitures** (trains d'une longueur de 45 m

environ), avec un intervalle de l'ordre de **4 minutes entre deux trains** en heure de pointe (soit environ 15 trains circulant par heure et par sens), permettant de répondre à la demande prévisionnelle, tout en préservant une marge d'exploitation suffisante permettant de faire face aux aléas d'exploitation.

Le parc de matériel roulant nécessaire pour pouvoir exploiter la ligne sera alors de **15 rames** (soit 45 voitures), incluant les réserves propres à l'exploitation et à la maintenance.

3.2.2. Phase 2 – Horizon 2030

A l'horizon 2030, le prolongement de la ligne à Versailles Chantiers sera mis en service. La ligne 18 sera alors exploitée d'Aéroport d'Orly à Versailles Chantiers. Son exploitation se fera toujours avec des missions de type omnibus, s'arrêtant à chacune des gares du parcours. La vitesse commerciale envisagée est de l'ordre de 65 km/h. Il faudra alors environ 32 minutes pour relier Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers.

La charge maximale de la ligne verte (ligne 18) pourra atteindre jusqu'à **6 000 voyageurs** à l'heure de pointe du matin, sur la section et dans le sens les plus chargés. La ligne sera exploitée avec des **trains composés de 3 voitures** (trains d'une longueur de 45 m environ), avec un intervalle d'environ **3 minutes entre deux trains** en heure de pointe (soit environ 20 à 24 trains circulant par heure et par sens), permettant de répondre à la demande prévisionnelle, tout en préservant une marge d'exploitation suffisante permettant de faire face aux aléas d'exploitation.

Le parc de matériel roulant nécessaire pour pouvoir exploiter la ligne sera alors de **30 rames** (soit 90 voitures), incluant les réserves propres à l'exploitation et à la maintenance.

3.2.3. Evolutivité de la ligne après 2030

La ligne, dans sa conception finale, a vocation à relier l'aéroport d'Orly à Nanterre La Folie. La charge dimensionnante de la Ligne 18 prolongée sera alors **de près de 12 000 voyageurs** à l'heure de pointe du matin, sur la section et dans le sens les plus chargés.

La ligne pourra alors être exploitée :

- soit avec des **trains composés de 3 voitures** (trains d'une longueur de 45 m environ), avec un intervalle de l'ordre de **1 minute 30** ;
- soit avec des **trains composés de 4 voitures** (trains d'une longueur de 60 m environ), avec un intervalle de l'ordre de **2 minutes**.

Le parc de matériel roulant nécessaire pour pouvoir exploiter la ligne sera alors d'environ 210 voitures de 15 mètres environ c'est-à-dire **70 rames de 3 voitures** ou **52 rames de 4 voitures**.

4. Eco-conception du projet et des travaux associés

Du fait de sa nature, de son envergure et de son objectif de transport public, le projet présente intrinsèquement des avantages environnementaux en permettant de renforcer l'usage des transports en commun. En effet, il permettra des déplacements circulaires autour de Paris qui sont, aujourd'hui, susceptibles de faire défaut et renforcera ainsi la capacité de report modal de la voiture vers les transports en commun en réduisant fortement certains temps de trajet par rapport à la situation actuelle.

Au-delà des avantages intrinsèques liés à la nature du projet, la Société du Grand Paris a souhaité s'inscrire dans une démarche environnementale couvrant l'ensemble des phases du projet : de la programmation à l'exploitation.

Afin de prendre en compte les enjeux environnementaux relatifs à chacune de ces phases, la démarche environnementale repose sur les étapes et outils suivants qui visent notamment à mettre en œuvre la séquence « Eviter – Réduire – Compenser » :

- Une programmation, incluant l'environnement, portée par la SGP (nature du projet ; concertation amont sur le tracé, les gares,...) ;
- Une démarche d'écoconception portée par les Maîtres d'œuvre pendant les études (Avant-Projet, Projet) dont l'objet est d'améliorer la performance environnementale des ouvrages. Elle repose sur la prise en compte de thématiques clés par les Maîtres d'œuvre comme critère participants à la conception et vise essentiellement à éviter les impacts par une réflexion méthodique et l'étude d'opportunité d'évitement ou de réduction des impacts. Un document de synthèse, intitulé **rapport d'écoconception** permet de mettre en lumière les opportunités étudiées, les impacts évités ou réduits ;
- Une démarche d'anticipation, d'évitement et de réduction des impacts des chantiers. Ces derniers présentent en effet un enjeu fort de maîtrise des nuisances pour les riverains et de réduction des impacts sur l'environnement. Cette démarche repose à la fois sur :
 - o Des mesures génériques applicables à tous les chantiers de la SGP qui font l'objet d'une « **Charte environnement des chantiers** (cf. pièce G.4.1) » ;
 - o Des mesures spécifiques à chaque site en fonction de la nature des travaux et de la sensibilité environnementale des milieux naturels et des activités humaines environnantes. A cette fin, un **registre des nuisances** est établi dès la phase étude pour identifier les sensibilités particulières et les mesures spécifiques de chacun des sites ;
- Parallèlement, l'instruction des dossiers réglementaires au titre du Code de l'Environnement (notamment la présente étude d'impact, le futur dossier Loi sur l'Eau qui sera réalisé post DUP,...) et du Code Forestier déboucheront sur des arrêtés prescripteurs qui seront bien entendu une donnée d'entrée incontournable de la démarche environnementale, notamment en phase travaux.

Il y a donc de nombreuses mesures prévues, issues des différentes étapes et outils de la démarche environnementale, à mettre en œuvre sur de multiples sites. Il convient donc de garantir le suivi de mise en place de ces mesures ainsi que leur efficacité. A cette fin, d'une part, l'ensemble de la

démarche environnementale est inscrite dans le **système Qualité-Sécurité-Environnement** de la SGP et des outils spécifiques sont mis en place d'autre part :

- Un **Plan de Management de l'Environnement (PME) générique** qui synthétise l'ensemble des mesures environnementales prévues, qu'elles soient issues de la programmation, de l'écoconception des Maîtres d'œuvre, de la « Charte environnement des chantiers », des arrêtés prescripteurs ou des mesures environnementales spécifiques à chaque site en phase travaux selon la sensibilité de l'environnement proche. Cet outil permet donc un suivi fin et adapté de l'ensemble des mesures par les différents Maîtres d'œuvre et la SGP. Le PME permet d'assurer le suivi des mesures, en enregistrant les données suivantes :
 - o Engagements de la SGP ;
 - o Objet concerné (ouvrage unique ou ensemble d'ouvrages) ;
 - o Phase concernée (conception de l'ouvrage, conception du management de chantier) ;
 - o Mesures ;
 - o Responsable de l'action ;
 - o Date cible de réalisation de l'étude puis de la mesure ou de l'action ;
 - o Date de réalisation effective de l'étude puis de la mesure ou de l'action ;
 - o Nature de la mesure : mesure d'évitement, de réduction, de compensation de l'impact sur l'environnement ;
 - o Indicateur de suivi, en phase chantier ;
- Des **plans de management de l'environnement spécifiques** encore plus précis et réalisés site par site qui seront mis en place par les entreprises de travaux dans le cadre de leur Plan de Respect de l'Environnement, exigé dans les appels d'offres pour préciser le PME cadre en fonction de leur organisation propre ;
- Un **système de reporting** générique applicable à tous les chantiers de la SGP, cohérent avec les thèmes de la « Charte environnement des chantiers » et qui pourra être complété par un reporting particulier propre à un ou plusieurs sites en fonction des arrêtés prescripteurs ou des exigences de suivi renforcé issus de l'analyse de sensibilité des sites (exigences particulières de reporting).

Ces éléments permettront un suivi fin des engagements pris et un reporting adapté. Ainsi, un bilan environnemental pourra être établi à l'échelle de chaque site (suivi des actions du PME et synthèse des indicateurs) mais aussi de la ligne en tant que telle et même du Grand Paris Express. Il permettra de répondre aux attentes en la matière des différentes parties prenantes :

- Reporting aux services de l'Etat selon les exigences des arrêtés prescripteurs ;
- Reporting environnemental local aux parties prenantes des chantiers via les comités de suivi de chantier qui traiteront entre autre de ces sujets ;

- Reporting et communication institutionnelle globale de la SGP relative à l'environnement notamment envisagés sous forme de rapport de développement durable incluant le bilan des indicateurs génériques.

L'implication des différents acteurs dans la démarche environnementale intervient de la manière suivante :

- La Société du Grand Paris pour initier et porter la démarche, définir les objectifs de programmation ;
- Le Maître d'œuvre pour intégrer les intentions dans la conception et garantir leur faisabilité ;
- Les entreprises pour réaliser les intentions précisées ;
- Les exploitants pour s'assurer de l'efficacité des solutions mises en place et mesurer l'empreinte de l'exploitation et du renouvellement des ouvrages sur l'environnement.

Le schéma ci-dessous permet de synthétiser les acteurs, les étapes et les outils de la démarche dans son ensemble :

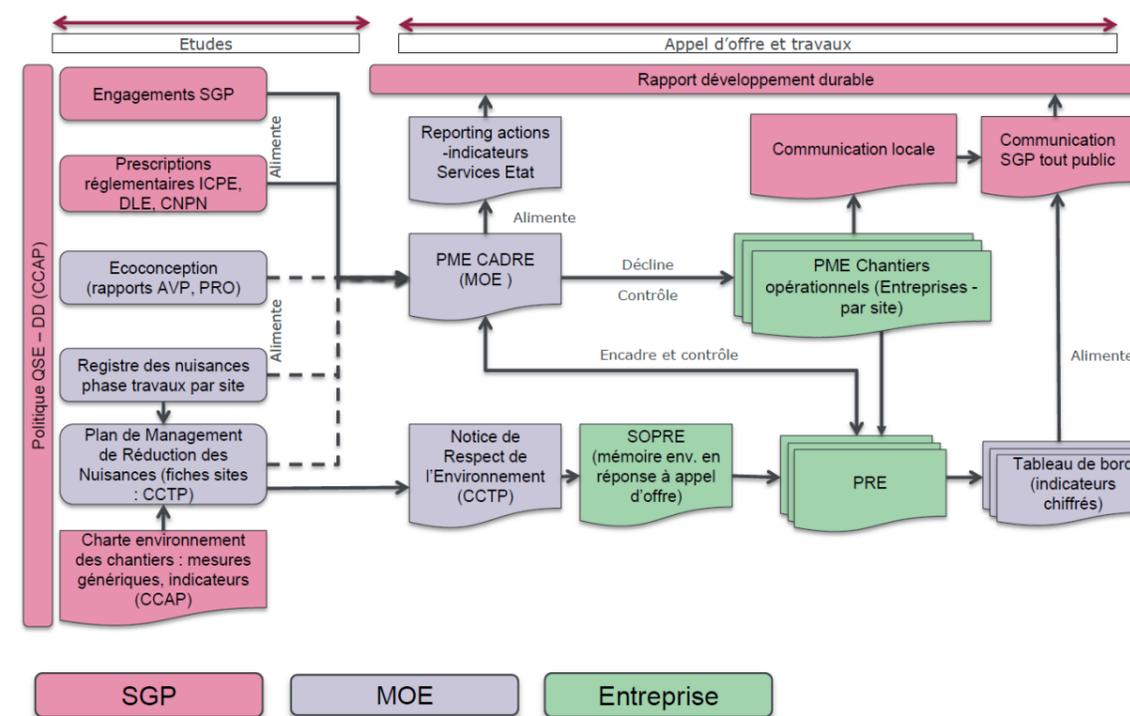


Schéma général de la démarche environnementale appliquée au projet

5. Déroulement de la phase chantier

La réalisation du tronçon Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers de la ligne 18 du réseau de transport public du Grand Paris se découpe en trois grandes phases. Les éléments présentés ci-dessous sont des éléments de principes. Les études concernant les différents travaux sont en cours.

5.1. Travaux préparatoires

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

Plusieurs opérations sont à mener :

- repérage de l'implantation des réseaux existants (gaz, électricité, télécoms, etc.) ;
- diagnostics archéologiques éventuels ;
- dépollution éventuelle des sols ;
- démolitions éventuelles d'ouvrages ou de bâtiments existants ;
- dévoiements éventuel de réseaux ;
- mise en place des installations de chantier, réalisation des puits de chantier pour le tunnel et les gares, réalisation des bases d'approvisionnement et de préparation des pièces du viaduc ;

Dans les cas où les résultats des études de vulnérabilité du bâti le justifieront, la Société du Grand Paris entamera préventivement, quelques mois avant le démarrage des travaux ou le passage du tunnel, une démarche de constat contradictoire de l'état du bâti, par voie amiable ou par voie juridictionnelle, en introduisant des demandes de référé de type « constat » voire de type « instruction » (plus communément appelé « référé préventif ») auprès des tribunaux administratifs.

5.2. 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, traitement préalable des zones à risque de mouvement de terrain ou d'effondrement, si nécessaire) ;
- les huit gares de la ligne 18 du Grand Paris Express incluses dans ce dossier ;
- les mesures conservatoires pour la future gare CEA Saint-Aubin ;
- le viaduc et son raccordement au tunnel (tranchée couverte et ouverte) ;
- les ouvrages annexes de la ligne (accès secours, ventilation/désenfumage) ;
- le site de maintenance et son raccordement.

5.3. 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 : postes éclairage force (PEF), postes de redressement (PR), alimentation de la ligne ;
- d'installations de ventilation et de désenfumage ;
- d'installations de sécurité ;
- d'aménagement des gares
- d'équipement du site de maintenance et de remisage, du site de maintenance des infrastructures et du poste de commandement centralisé.

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

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

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

- d'appréhender les différents scénarios étudiés lors des réflexions préalables à l'établissement de la présente étude d'impact. Les variantes concernent le mode de passage (aérien ou souterrain), l'implantation du tracé, des gares, de l'atelier de maintenance mais également de certains des ouvrages annexes, dont l'insertion a parfois été rendue délicate en raison des contraintes environnementales locales qui se sont présentées ;
- de rappeler les objectifs à atteindre en termes d'insertion environnementale de l'infrastructure et les contraintes rencontrées en termes de conception technique des ouvrages ;
- de définir en quoi certains des scénarios étudiés ont permis de limiter les effets dommageables sur l'environnement et la santé humaine, sur la base d'une analyse multicritère.

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

1. Processus de décision et de concertation du projet

La spécificité des territoires traversés par la ligne verte (ligne 18) – nombreux laboratoires de recherche, entreprises regroupées au sein d'associations, activités particulières du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et des militaires du plateau de Satory – a conduit la Société du Grand Paris à compléter les procédures habituelles de dialogue et d'échanges par des réunions de travail bilatérales ciblées sur les conditions d'insertion du métro à proximité d'activités parfois très sensibles. Ainsi, ce sont plus de 350 réunions de ce type qui se sont tenues.

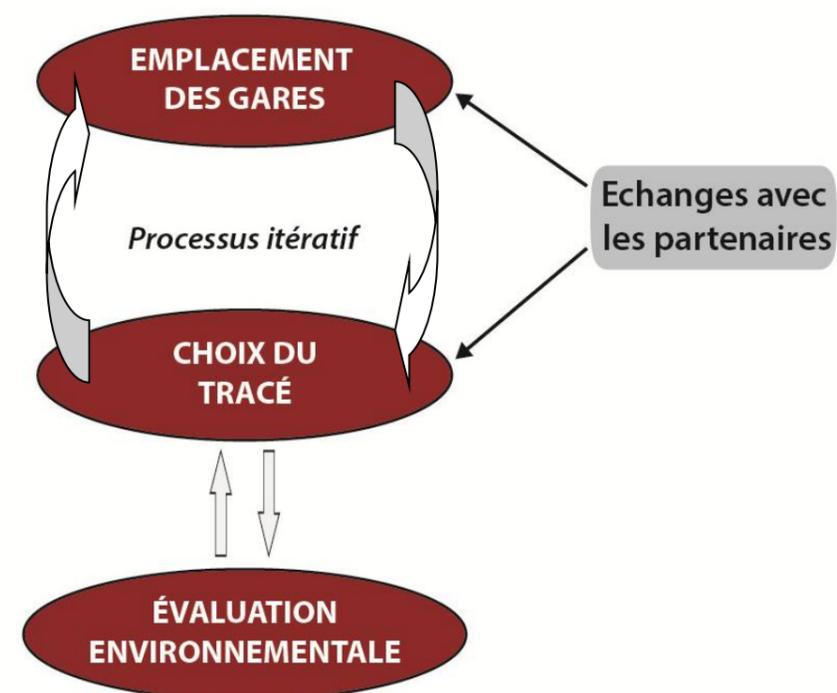


Schéma explicatif du processus suivi pour le choix du projet

1. Les comités de pilotages (COFIL) et les comités techniques (COTECH)

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

Les comités de pilotage sont organisés aux différents stades d'avancement des études pour définir les meilleures solutions techniques, urbaines et environnementales concernant l'emplacement et le volume de la gare, ainsi que le positionnement des ouvrages de sécurité. Chaque réunion de COFIL est préparée par une à deux réunions de comité technique (COTECH).

Sur le tronçon d'Aéroport d'Orly à Versailles Chantiers, les comités techniques et comités de pilotage sont organisés par groupe de gares : Antony, les deux gares de Massy, les trois gares du plateau de Saclay, Saint-Quentin-en-Yvelines et les deux gares de Versailles. La gare double ligne 14 et 18 « Aéroport d'Orly » a été traitée dans le cadre des COPIL et COTECH de la ligne 14.

A la date d'élaboration du présent dossier, les gares du tronçon d'Aéroport d'Orly à Versailles Chantiers ont ainsi donné lieu à la tenue d'une réunion de lancement pour chacune des gares, ainsi que de 16 réunions de comités techniques et 16 réunions de comités de pilotage (hors gare Aéroport d'Orly).

Par ailleurs, un comité de suivi organisé conjointement par la Communauté d'agglomération du Plateau de Saclay et la Société du Grand Paris a été mis en place en 2012 pour échanger plus spécifiquement sur l'insertion du métro sur le plateau de Saclay. Cette instance complémentaire des comités de pilotage réunit régulièrement des représentants de la communauté d'agglomération, de la préfecture de l'Essonne, de l'Etablissement Public Paris-Saclay (EPPS) et de la Fondation de Coopération Scientifique (FCS). En fonction des sujets, d'autres partenaires (CEA, Ecole polytechnique, etc.) ont participé à ces réunions. Six comités de suivi ont été organisés depuis 2012 et ont permis de faciliter les prises de décision relatives à l'implantation de la ligne 18 dans ce secteur.

La Société du Grand Paris a également participé aux réunions de comités de pilotage de l'élaboration des deux contrats de développement territorial en projet sur le territoire de la ligne verte (ligne 18) ; le contrat de développement territorial Versailles-Grand-Parc – Saint-Quentin-en-Yvelines – Vélizy-Villacoublay et le contrat de développement territorial Saclay Sud du Plateau.



Bilan des COTECH et COPIL sur le tronçon d'Aéroport d'Orly à Versailles Chantiers

2. Les conférences de tronçon

Depuis 2012, des conférences de tronçon sont organisées par la Société du Grand Paris. Elles réunissent les élus et les partenaires de chaque tronçon, membres des comités de pilotage.

L'objectif de ces conférences est de présenter à chacun une information relative à la mise en œuvre du projet qui dépasse celle, localisée, traitée dans les comités de pilotage, et de répondre aux questions des personnes présentes.

Deux conférences de la ligne verte (ligne 18) se sont tenues en 2012 et 2013.

3. Les réunions publiques sur le territoire

Au-delà de ces démarches auprès des acteurs institutionnels, la Société du Grand Paris a également participé, à la demande des élus du territoire et des populations, à deux réunions publiques en février 2012 et juin 2014 au sein la commune de Villiers-le-Bâcle afin de présenter le projet aux habitants et en débattre.

Par ailleurs, la Ligne 18 a aussi bien vocation à desservir les habitants du territoire que les nombreux travailleurs impactés par le manque d'infrastructures de transports collectifs. La Société du Grand Paris est ainsi allée régulièrement à la rencontre des entreprises et des salariés qui vont bénéficier de l'apport du métro pour présenter l'état d'avancement du projet.

4. Les réunions auprès des acteurs économiques

De nombreuses réunions ont été effectuées auprès d'acteurs variés comme la Chambre de Commerce et d'Industrie de l'Essonne, le club Grand Orly Entreprises, les entreprises Safran, le Technocentre Renault de Saint-Quentin-en-Yvelines, EDF, les associations POLVI et DELTA'SQY, etc. Par exemple, une présentation de la ligne a ainsi été faite à Clamart en mars 2015 aux salariés d'EDF qui doivent emménager dans le centre de recherche et développement en cours de construction à proximité de la gare Palaiseau.

5. Les réunions bilatérales avec les collectivités

Parallèlement à cette démarche, des rencontres de travail ont également été mises en place avec de nombreux acteurs afin que l'insertion du métro s'articule au mieux avec les activités du territoire qu'il a vocation à desservir.

La Société du Grand Paris rencontre régulièrement les communautés d'agglomération et les communes concernées par le tracé de la ligne verte (ligne 18) pour échanger aussi bien sur l'insertion technique de la ligne sur leur territoire que sur l'aménagement autour des gares (intermodalité, articulation avec les projets urbains des collectivités).

6. Les échanges avec les acteurs de la communauté scientifique du plateau de Saclay

Des échanges approfondis ont également été mis en place avec les laboratoires de recherche du plateau de Saclay. En effet, dès mars 2012, la Société du Grand Paris a été directement alertée par les laboratoires déjà présents sur le campus (CEA, Nanosciences, NanoINNOV, Thalès, Synchrotron-

Soleil, Horiba) de leur forte sensibilité aux vibrations et aux variations de champs électromagnétiques. Le 26 avril 2012, un comité spécifique « électromagnétisme et vibrations » réunissant les principaux laboratoires du site de Saclay, la CAPS, l'EPPS et la Fondation de Coopération Scientifique a tout d'abord été mis en place par la Société du Grand Paris. Deux ans d'études approfondies ont ensuite été effectués sur la compatibilité entre l'infrastructure de métro et les activités de recherches présentes sur le Plateau, ponctués par des échanges réguliers avec les acteurs concernés (Fondation de Coopération Scientifique, Danone Research, IOGS, SIRT, Thalès, etc.). Ce travail approfondi a permis de déterminer en consensus, à l'issue du comité de suivi n°6 de la CAPS du 2 décembre 2014, un tracé dans ce secteur qui ne pénalise l'activité que d'un laboratoire sur le Plateau tout en maintenant une gare au centre du quartier de l'Ecole polytechnique. Le résultat des études sur le sujet a également été restitué par la Société du Grand Paris aux laboratoires du secteur lors d'une réunion coordonnée par la Fondation de Coopération Scientifique le 22 janvier 2015 et aux chercheurs du CEA le 24 mars 2015.

De nombreuses rencontres ont été organisées avec le CEA et ont permis d'optimiser au premier semestre 2013 l'implantation de la gare au niveau du Christ de Saclay. La gare étant implantée à proximité d'installations nucléaires de base (INB), la Société du Grand Paris a travaillé en collaboration avec le CEA pour la réalisation d'études de sûreté et de sécurité à destination de l'Autorité de Sécurité Nucléaire (ASN) et du Haut Fonctionnaire de Défense et de Sécurité (HFDS). Ces études ont conduit à exclure la gare CEA Saint-Aubin du périmètre du présent projet. Elle fera l'objet d'une enquête ultérieure. Elle n'est présentée qu'à titre indicatif dans ce présent dossier.

7. Les réunions avec le Ministère de la Défense

L'infrastructure s'insère dans le secteur du camp militaire de Satory. Des échanges réguliers depuis 2012 ont eu lieu avec le Ministère de la Défense pour optimiser l'insertion de la gare de Satory et de ses ouvrages annexes dans ce secteur.

2. Variante de localisation du site de maintenance

2.1. Méthodologie

Les implantations potentielles pour le site de maintenance doivent combiner proximité géographique de la ligne ainsi que potentiel foncier mobilisable. La qualité de desserte routière est également un des éléments clés du choix de localisation. Enfin, l'implantation du site de maintenance a été concertée avec les acteurs des territoires.

Il est prévu d'implanter un site dédié aux fonctions d'exploitation et de maintenance et affecté uniquement à la ligne verte (ligne 18). Ce site devra accueillir :

- un site de maintenance et de remisage (SMR) qui doit permettre la maintenance en atelier du parc de matériel roulant (dépannage, entretien courant, remplacement d'organes) ainsi que le lavage et le remisage des trains ;
- un site de maintenance des infrastructures (SMI) ;
- un poste de commande centralisé (PCC).

Les fonctionnalités du site de maintenance sont présentées précédemment dans le chapitre « Description du projet retenu » (2.7.2 page 47).

Un seul et même site concentre l'ensemble de ces fonctionnalités afin de limiter la consommation d'espace et les surcoûts liés à la démultiplication des sites. En particulier les fonctionnalités d'exploitation et de maintenance dissociées imposeraient la création de plusieurs raccordements (voies décrochant de l'infrastructure principale).

L'analyse multicritère de la localisation du site de maintenance prend en compte les critères thématiques suivants :

1. **Critères de fonctionnalité** : fonctionnalité du Site de Maintenance et de Remisage, du Site de Maintenance des Infrastructures, du Poste de Commande Centralisé ; fonctionnement général du site ;
2. **Critères d'insertion urbaine** : compatibilité avec les orientations réglementaires, affinité avec les objectifs de développement locaux, complexité de l'insertion urbaine et paysagère, coupure urbaine et paysagère créée par le raccordement et par le site ;
3. **Critères d'infrastructure** : faisabilité technique du raccordement, impact du raccordement, impact sur le réseau routier, faisabilité de l'accès routier, mouvements de terre ;
4. **Critères environnementaux** : hydrologie (impacts sur les cours d'eau et les plans d'eau), milieu naturel (espèces, corridors écologiques, espaces), patrimoine culturel (monuments historiques), risques naturels, risques technologiques ;
5. **Critères de coûts et risques** : coût du raccordement, coût du site de maintenance, interface planning entre le projet et d'autres projets connexes, pression foncière ;
6. **Critères surfaciques** : emprises des sites ;
7. **Contraintes locales majeures** : servitudes aéronautiques, etc.

2.2. Présentation des localisations envisagées

Pour répondre à ces attentes, quatre sites potentiels d'implantation ont été identifiés, présentés d'est en ouest :

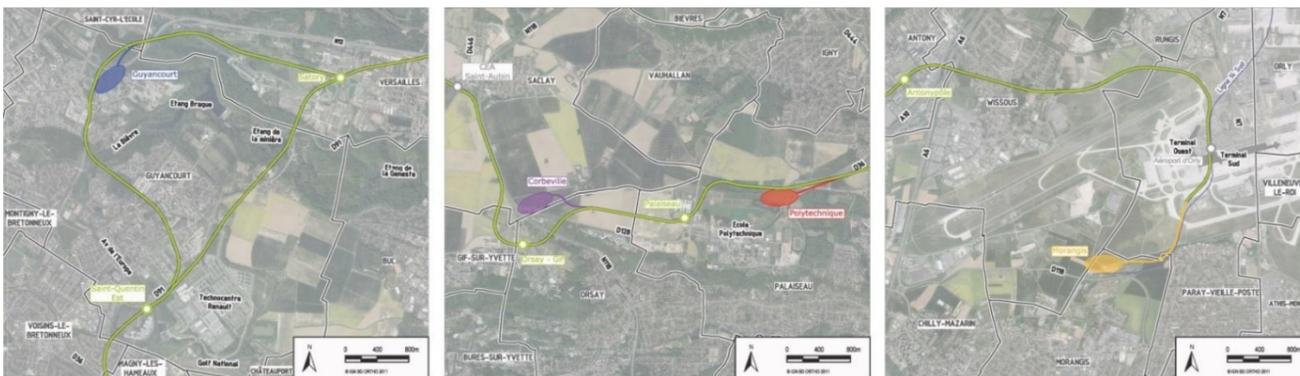
- **Site potentiel A – Morangis** : Ce site est localisé sur les communes de Morangis et de Wissous, au sud de l'aéroport d'Orly, à l'extrémité est du tronçon. Ce site jouxte le site de remisage de la Ligne 14 Sud dont le prolongement est prévu jusqu'à la gare Aéroport d'Orly.
- **Site potentiel B – Polytechnique (variante retenue)** : Ce site est localisé sur la commune de Palaiseau, au nord de l'Ecole polytechnique, entre la D36 et le boulevard des Maréchaux nord.

- **Site potentiel C – Corbeville** : Ce site est localisé à cheval sur les deux communes Orsay et Saclay, à proximité de l'actuel échangeur Corbeville de la N118 (projet de réaménagement indépendant sous maîtrise d'ouvrage de l'EPPS pour le compte de l'Etat à horizon de mise en service du tronçon Orly - CEA Saclay de la ligne 18 du GPE).
- **Site potentiel D – Guyancourt** : Ce site se trouve sur la commune de Guyancourt, au niveau de l'échangeur entre la N12 et l'avenue des Garennes.

Analyse multicritère des localisations du site de maintenance

Critère	Site potentiel A Morangis	Site potentiel B Polytechnique	Site potentiel C Corbeville	Site potentiel D Guyancourt
Critères de fonctionnalité	-	++	++	--
Critères d'insertion urbaine	+	-	+	+
Critères d'infrastructure	-	+	+	-
Critères environnementaux	+	-	-	--
Critères de coûts et risques	--	++	+	--
Critères surfaciques	-	++	+	-
Contraintes locales majeures	--	+	+	+

	Faune, flore et milieux naturels	Patrimoine et paysage
Site A	Surface imperméabilisée et peu d'habitat	Contexte aéroportuaire et proximité SMR Ligne 14
Site B	Espèces patrimoniales et habitat chiroptères	Continuité du projet Camille Claude mais articulation avec le projet EPPS (cf. lisière)
Site C	Espèces patrimoniales et protégées	Proximité de la RN118 et incompatible avec le projet EPPS (cf. lisière et paysage amplifiés)
Site D	Proximité de zonages et espèces protégées liées aux milieux boisés (forêt de Versailles)	Présence de vestige archéologique et interco dans boisement site inscrit



2.3. Analyse des localisations envisagées

Le périmètre de l'analyse des sites de maintenance possibles porte sur les emprises physiques du site et son linéaire de raccordement à l'infrastructure de la ligne.

L'analyse multicritère se présente sous deux tableaux, le premier s'attache à étudier l'ensemble des critères définis pour l'ouvrage, le second synthétise l'analyse plus approfondie par rapport aux critères environnementaux et paysagers.

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Le **site potentiel A de Morangis** présente une difficulté fonctionnelle. En effet, la proximité d'une piste de l'aéroport d'Orly et du site de remisage de la Ligne 14 prolongée au sud contraint le site qui doit s'insérer sur une bande de terrain très étroite. Les fonctionnalités s'étendent sur un kilomètre, rendant l'exploitation complexe. La surface nécessaire est ainsi de 8,8 ha. De plus, les servitudes aériennes limitent la hauteur des bâtiments, ce qui oblige à les encaisser pour partie. Le raccordement à la ligne, au sud de la gare Aéroport d'Orly, est long : il mesure 1,55 km dont 700 mètres de tunnel foré, 350 mètres de tranchées couverte, et 500 mètres de tranchée ouverte. Ce tunnel de raccordement doit passer sous le bâtiment de maintenance des infrastructures, ce qui renchérit le coût de cette option. La proximité de l'aéroport est une contrainte supplémentaire à prendre en compte dans le coût des travaux avec notamment une limitation de la hauteur des engins de travaux et l'obligation de replier le chantier en très peu de temps en cas de nécessité imposée par Aéroports de Paris (ADP). Il présente également un risque important en termes de

planning, car sa mise en exploitation, qui doit intervenir un an avant la mise en service de la ligne, est pour partie conditionnée à la construction de la gare Aéroport d'Orly et au prolongement de la Ligne 14. Enfin, la construction de deux sites de maintenance, celui de la Ligne 14 et celui de la Ligne 18, sur un terrain très étroit risque de complexifier la réalisation des deux chantiers, sans qu'il soit envisageable de mutualiser des fonctions des sites du fait d'une séparation stricte entre les activités des différents exploitants. Par rapport aux autres sites, les impacts du site de Morangis sur l'environnement sont en revanche limités.

Le **site potentiel B de Polytechnique** est le plus intéressant en termes de fonctionnalités : il est compact avec une surface de 6,4 ha hors raccordement et sa voie de raccordement est très courte car elle se situe au niveau de la transition entre le souterrain et le viaduc (80 mètres de tranchée couverte et 90 mètres de tranchée ouverte). Cette configuration, très favorable, permet une très bonne maîtrise des coûts et des délais, d'autant que le site n'est pas dépendant d'autres projets. Ce choix de localisation impose une vigilance particulière vis-à-vis de l'environnement (présence d'un espace boisé classé et d'espèces protégées à proximité) et contraint l'Etablissement public Paris-Saclay (EPPS) à adapter ses projets urbains. La configuration compacte du site préserve une bande de terrain, qui pourrait permettre des projets immobiliers et ainsi assurer une continuité urbaine entre l'extension du quartier Camille Claudel et les projets de l'EPPS sur la ZAC de l'Ecole polytechnique.

Le **site potentiel C de Corbeville** présente globalement de bons avantages sur l'ensemble des critères. En particulier, il s'insère sur un espace de 7,5 ha, qui permet une fonctionnalité optimale et une maîtrise des coûts. En termes de planning, ce site nécessite la restructuration de l'échangeur de Corbeville portée par l'Etablissement Public Paris-Saclay (EPPS), ce qui représente un risque en termes de délais sans être rédhibitoire car l'échangeur doit être réaménagé dans ses fonctionnalités. Ses impacts naturels pourraient être forts, d'une part en raison de la présence hautement probable d'espèces protégées et d'autre part parce que son accès se fait par une rampe de 600 mètres qui devra s'insérer dans une zone urbaine déjà traversée par le viaduc de la ligne.

La faisabilité d'un site de maintenance sur le **site potentiel D à Guyancourt**, dans des conditions budgétaires réalistes, n'est pas avérée. En effet, le site étant très contraint géométriquement, il n'est pas possible d'y implanter les trois fonctions souhaitées (SMR, SMI, PCC). Un second site est donc nécessaire, ce qui renchérit nettement les coûts du projet, en particulier en raison des deux raccordements à la ligne qui sont nécessaires. De plus, un déboisement est nécessaire dans la forêt de Versailles, massif forestier bénéficiant d'une protection spécifique. L'insertion urbaine est en revanche peu complexe, dans un site déjà urbanisé. Cette localisation n'est en outre compatible qu'avec la variante de tracé passant par Saint-Quentin Université. Elle est située à l'écart de la première phase de mise en service envisagée (tronçon entre Aéroport d'Orly et CEA Saint-Aubin ou Orsay-Gif).

Synthèse

Le **site potentiel A – Morangis est écarté** d'une part en raison d'un surcoût très important, dû notamment à une longue voie de raccordement à la ligne et à une fonctionnalité complexe, et d'autre part en raison du risque qu'il fait peser sur le respect de la date de mise en service de la ligne

Le **site potentiel B – Polytechnique est retenu** car il apparaît comme le meilleur en termes de fonctionnalité du site, d'insertion par rapport à la ligne et de planning de réalisation.

Le **site potentiel C – Corbeville est écarté** car sa réalisation est dépendante d'un projet connexe à réaliser par l'EPPS et car il pourrait présenter des impacts urbains et naturels importants (espèces protégées).

Le **site potentiel D – Guyancourt est écarté** en raison de contraintes géométriques fortes nécessitant une organisation en deux sites et d'impacts naturels conséquents sur la forêt de Versailles.

3. Méthodologie

3.1. Approche mixte gare / tracé

Les gares qui jalonnent le projet de la Ligne 18 sont définies par le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris, approuvé par décret le 24 août 2011. Ce même document fixe un objectif d'environ 40% d'insertion du tracé de la Ligne 18 en viaduc et identifie des sections privilégiées pour une insertion aérienne.

La réflexion sur le tronçon Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers mêle donc ces deux aspects : d'une part l'**implantation des gares**, points d'entrée du réseau Grand Paris Express, et d'autre part l'**insertion du tracé**, dans une volonté d'optimisation de l'insertion urbaine et environnementale et de maîtrise des coûts de l'opération.

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

- le développement des activités et de l'habitat ;
- la desserte des grands pôles de développement ;
- l'allègement des lignes de transport en commun existantes ;
- la complémentarité et le maillage avec le réseau actuel et projeté ;
- l'obtention d'une vitesse commerciale élevée.

L'analyse du tracé a consisté à traiter les différentes contraintes rencontrées et à identifier la meilleure insertion (aérienne en viaduc ou souterraine) associée à la meilleure méthode

constructive (tunnelier, tranchée, etc.). L'objectif d'une part de 40% de tracé insérée en viaduc mentionné dans le schéma d'ensemble a été recherché.

L'évaluation environnementale des options étudiées a été une composante transversale de premier plan dans la construction du projet.

Ainsi, le tracé retenu et l'implantation des gares du tronçon Aéroport d'Orly - Versailles Chantiers 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 en évitant notamment la multiplication des transitions entre viaduc et tunnel, et d'optimiser la desserte des zones de développement desservies tout en validant la faisabilité du tracé.

3.2. Définition des objectifs de conception du projet

3.2.1. Principes directeurs

L'étude de tracé du tronçon Aéroport d'Orly - Versailles Chantiers de la Ligne 18 du Grand Paris Express est guidée par deux objectifs :

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

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

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

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

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

3.2.2. Contraintes de tracé

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

Ainsi, la définition du tracé retenu pour la réalisation du tronçon Aéroport d'Orly - Versailles Chantiers de la Ligne 18 résulte d'une recherche approfondie de compromis entre les principes de base de conception du tracé cités au paragraphe précédent et les contraintes suivantes :

- Les contraintes géologiques, hydrogéologiques et géotechniques : la nature du terrain, et plus précisément la qualité des sols traversés, sont étudiées avec soin. En particulier, les zones aquifères² sont localisées ; les zones d'anciennes carrières d'exploitation sont également repérées et autant que possible évitées ;
- Les contraintes liées au patrimoine culturel, à l'hydrologie, aux milieux naturels, agricoles et forestiers ainsi qu'aux zones d'habitat. Ces contraintes concernent principalement la section aérienne ;
- La topographie du terrain naturel, qui contraint le profil en long ;
- La volonté de privilégier le passage sur (section aérienne) ou sous (sections en souterrain) les emprises publiques et en particulier sous les voiries, afin de réduire autant que possible les interfaces avec le bâti existant et de limiter les acquisitions foncières en tréfonds auprès de propriétaires privés ;
- La volonté, pour le tracé aérien, de suivre autant que possible les infrastructures routières ou de s'éloigner des zones d'habitat ;
- Les réseaux de transport existants (routier ou ferroviaire) et ouvrages d'art : ces obstacles peuvent nécessiter de détourner le tracé et/ou de l'approfondir ;
- Les passages sous bâti lorsque le cas se présente : un approfondissement du tracé peut s'avérer nécessaire pour éviter les désordres que le bâti pourrait subir en cas de tassement important en surface ou d'incidents lors du creusement du tunnel. De plus, certains bâtiments sont construits sur fondations profondes que le tracé doit éviter ;
- Les activités humaines présentant une sensibilité particulière au bruit, aux vibrations ou aux champs électromagnétiques, ainsi que les installations à risques, qui contraignent la zone de passage ;
- Les réseaux de transport d'énergie (gaz, hydrocarbures liquides, électricité) ;
- Les opportunités d'insertion des ouvrages annexes répartis le long de la ligne (accès des secours, ventilation...), qui nécessitent des émergences en surface.

3.3. Critères d'évaluation retenus

Sur la base du schéma d'ensemble du Réseau de Transport Public du Grand Paris, différents scénarios d'implantation ont été étudiés pour certaines des gares et, dans certains cas, pour le tracé, compte tenu de l'importance de la distance intergare, afin de retenir le meilleur parti d'aménagement au regard d'un certain nombre de critères.

² Aquifère : Couche de terrain ou roche suffisamment poreuse pour contenir une nappe d'eau souterraine.

3.3.1. Tracé

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

1. Critères de fonctionnalités

- Critère 1.1 : Temps de parcours

Ce critère évalue la performance du tracé en termes de vitesse commerciale, en tenant compte de la longueur de l'infrastructure et de ses caractéristiques géométriques (alignements droits, courbes, pentes, etc.).

- Critère 1.2 : Distance annuelle parcourue

Cet indicateur permet d'approcher les coûts d'exploitation de la ligne.

2. Critères de contraintes et risques liés à l'environnement du tracé

- Critère 2.1 : Milieu physique et naturel

Ce critère évalue l'impact du scénario de tracé sur l'environnement, au regard des enjeux et risques suivants :

- o respect des enjeux de préservation de la nature ou de la biodiversité ;
- o préservation des ressources en eau ;
- o risques technologiques ;
- o risques naturels (mouvements de terrain, inondations...) ;
- o pollution des sols.

- Critère 2.2 : Activités humaines et cadre de vie

Il s'agit d'identifier les contraintes générées par le tracé sur les activités humaines présentes à proximité :

- o respect du paysage urbain ;
- o risques de nuisances sonores ;
- o risques de vibrations, notamment en lien avec les laboratoires de recherche présentant une sensibilité particulière ;
- o risques liés aux champs électromagnétiques ;
- o impacts du chantier sur les déplacements : réseau de voirie, correspondances en transports en commun...

- Critère 2.3 : Infrastructures et bâti à proximité du tracé / des gares

Ce critère apprécie la compatibilité des tracés étudiés avec les infrastructures et bâtiments présents ou projetés :

- o réseaux souterrains ;
- o infrastructures de transport ;
- o présence de bâti avec fondations profondes ;
- o proximité du viaduc avec les bâtiments.

3. Critère de durée des travaux

Ce critère permet de comparer les durées de travaux de différents scénarios. Ces délais peuvent varier selon la longueur de tracé, les difficultés techniques prévues, les méthodes constructives retenues (tunnelier, tranchée, viaduc), ainsi que les procédures administratives nécessaires.

4. Critère de coûts

Ce critère vise à comparer les coûts d'investissement nécessaires à la réalisation du tronçon analysé.

Critères		Scénario 1	Scénario 2
Caractéristiques techniques			
Fonctionnalités	Temps de parcours	-	++
	Distance annuelle parcourue	-	+
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	++	-
	Activités humaines et cadre de vie	+	+
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé / des gares	+	-
Durée des travaux		-	+
Coûts		-	--

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Exemple d'analyse multicritère de scénarios de tracé

3.3.2. Gares

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

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

La gare Aéroport d'Orly, extrémité est de la Ligne 18 est décrite dans le dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique de la Ligne 14 sud.

Le programme de la Ligne 18 inclut la réalisation de la gare CEA Saint-Aubin. Toutefois cette gare est prévue dans un secteur actuellement grevé par une servitude liée au CEA. Elle ne pourra être réalisée qu'une fois ces servitudes levées. La date de cette levée est inconnue à ce jour et non

maitrisable par la Société du Grand Paris. La gare CEA Saint-Aubin n'est donc pas incluse dans la présente étude d'impact. Celle-ci ne traitera que des mesures conservatoires qui seront mises en œuvre au niveau de l'emprise prévue de la gare afin de permettre sa réalisation ultérieure.

Toutes les autres gares de la Ligne 18 font l'objet d'une présentation de variantes d'implantation dans le présent dossier.

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

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

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

1. Critères de fonctionnalités

- Critère 1.1 : Tracé et exploitation du réseau

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

- o compatibilité avec le tracé ;
- o compatibilité avec le programme.

- Critère 1.2 : Efficacité de la gare

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

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

- Critère 1.3 : Connectivité de la gare

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

- o facilité à organiser la correspondance avec les modes ferrés existants ;
- o pertinence pour organiser la correspondance avec les modes bus et tramway ;
- o pertinence pour organiser la correspondance avec les modes motorisés individuels.

- Critère 1.4 : Insertion urbaine

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

- o créer de nouveaux services et commerces dans l'enceinte de la gare ;
- o permettre une valorisation urbaine du périmètre d'insertion de la gare et, le cas échéant, soutenir plus largement les projets de renouvellement ou de développement urbain ;
- o desservir de façon attractive les polarités actuelles et futures du secteur (lieux publics, équipements et générateurs de flux particuliers).

Les sous-critères retenus sont les suivants :

- o pertinence en termes de création de services et de commerces à l'intérieur de la gare ;
- o pertinence en termes de projets de valorisation urbaine ;
- o pertinence en termes d'apport pour l'environnement local et la desserte du quartier.

2. Critères techniques et environnementaux

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

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

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

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

- emprises du chantier sur des espaces, publics ou privés, très fréquentés ou sensibles ;
- nécessité de modifier le plan de circulation automobile (avec gestion de phases provisoires) ;
- nécessité de déplacer une gare routière, une correspondance mode lourd / mode de surface, ou de détourner une ligne de bus (avec gestion de phases provisoires) ;
- risques de nuisances sonores ;
- risques de vibrations ;
- gestion des déblais ;

- impacts sur les réseaux de transport existants ;
- toute autre contrainte technique de nature à complexifier la gestion du chantier et à avoir un impact sur les riverains et les activités voisines.

3. Critère de coûts

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

4. Critère de délais

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

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

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

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

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

3.3.3. Matériel roulant

L'acte motivé a défini les grandes caractéristiques du matériel roulant sur la Ligne 18 : il s'agit d'un métro automatique à capacité adaptée aux prévisions de trafic sur cette ligne.

L'acte motivé donne également un objectif d'intervalle de passage de l'ordre de 2 minutes 30 en heure de pointe (soit 24 passages de train par heure et par sens), ainsi qu'un objectif de vitesse commerciale de 65 km/h nécessitant une vitesse maximale de pointe d'au moins 100 km/h.

Afin d'offrir les meilleures conditions de transport aux voyageurs, les critères retenus pour comparer les différents types de matériel roulant sont les suivants :

1. Critères d'offre de service

- respect de l'objectif d'intervalle de passage de l'ordre de 2 minutes 30 à 3 minutes selon le type de matériel roulant, en tenant compte de la demande de transport et de la capacité des trains sur la base de 4 voyageurs debout/m² et 20% de places assises
- aménagement intérieur des voitures : nombre de sièges et largeur du couloir central ;
- temps de parcours.

2. Critères d'évolutivité

- prise en compte d'une hausse potentielle de trafic de 30% sur la ligne Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers ;
- réponse aux besoins de déplacement lors du prolongement ultérieur de la ligne à Nanterre ;
- capacité maximale atteignable sur la ligne.

3. Critères de coût

- coûts d'investissement en matériel roulant ;
- impact du choix du matériel roulant sur les coûts des systèmes et de l'infrastructure (notamment, impact sur le diamètre du tunnel et les dimensions des gares) ;
- coûts de fonctionnement de la ligne Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers sur 20 ans (exploitation, énergie, maintenance).

4. Critères de risques

- respect des objectifs de mise en service (2024 puis 2030) ;
- respect des seuils de tolérance acoustiques, électromagnétiques et vibratoires ;
- maturité technologique des systèmes.

5. Critères d'impact visuel pour la partie aérienne

- impact visuel de l'alimentation électrique ;
- impact foncier de l'alimentation électrique.

Critères d'analyse	Scénario 1	Scénario 2
Offre de service	+	++
Evolutivité	++	+
Coûts	-	-
Risques	++	+
Impact visuel	++	--

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Exemple d'analyse multicritère des matériels roulant

4. Scénarios des variantes d'insertion du tracé et des gares

Pour rappel, sur la partie aérienne du tracé, aucune variante d'insertion au sol n'a été considérée car le métro automatique sans conducteur est infranchissable, ce qui induit des contraintes inacceptables sur l'environnement humain (déplacements, activités agricoles) et naturel (imperméabilisation, interruption des trames écologiques...).

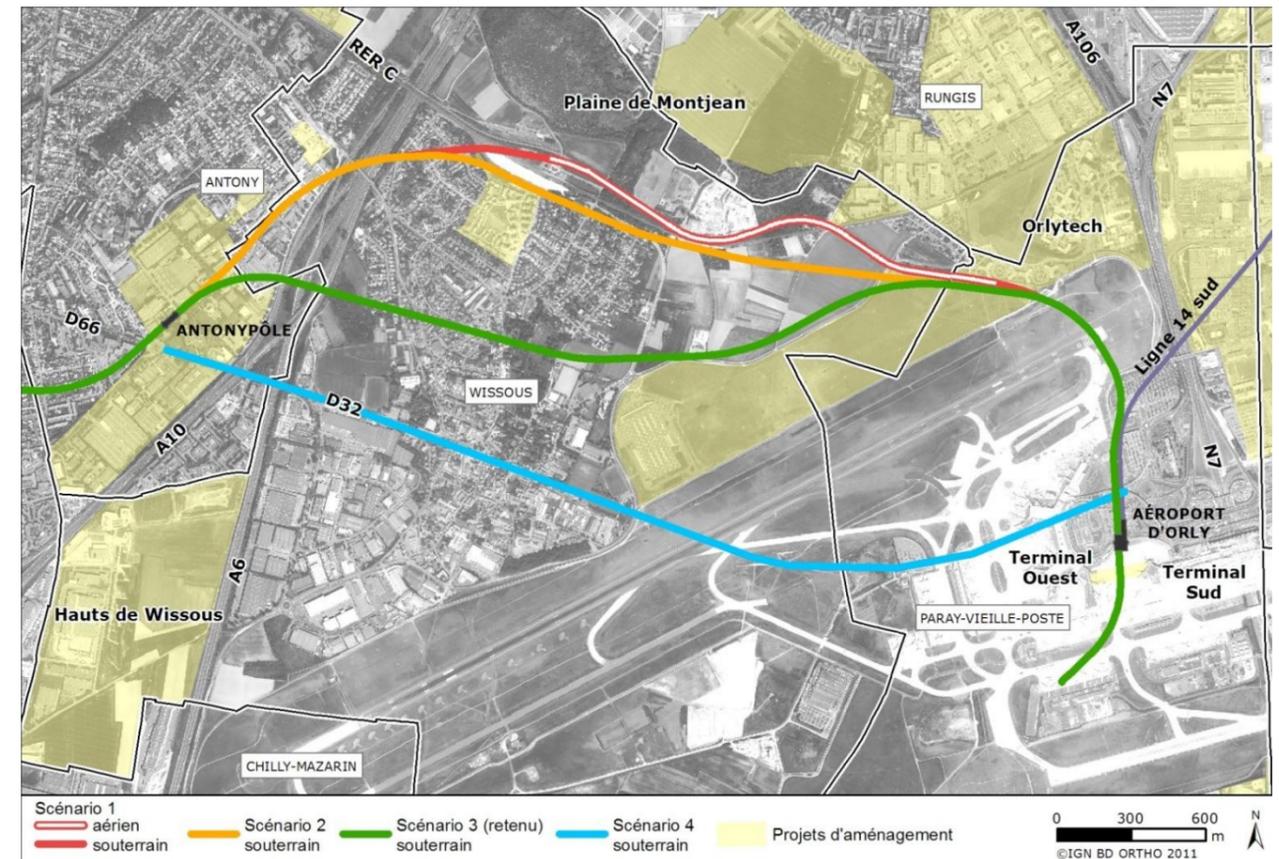
4.1. D'Aéroport d'Orly à Antonypôle

4.1.1. Tracé

4.1.1.1 Présentation des variantes de tracé étudiées

Les quatre scénarios de tracé qui ont été examinés depuis l'acte motivé sont les suivants :

- **Scénario 1 – Réutilisation d'une partie des infrastructures existantes en sortie de l'aéroport** (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : ce scénario emprunte l'infrastructure existante d'Orlyval au nord de l'aéroport d'Orly, insérée partiellement en aérien au sol. Le tracé quitte Orlyval au nord de Wissous et rejoint Antonypôle en souterrain ;
- **Scénario 2 – Tracé souterrain nord** (en **orange** sur le schéma ci-contre) : ce tracé intégralement souterrain longe l'infrastructure d'Orlyval et le RER C et contourne l'urbanisation de la commune de Wissous par le nord ;
- **Scénario 3 – Tracé souterrain médian** (en **vert** sur le schéma ci-contre) : ce scénario souterrain contourne les pistes de l'aéroport d'Orly par le nord-est, longe la D167A et rejoint la gare Antonypôle en s'insérant sous la commune de Wissous ;
- **Scénario 4 – Tracé souterrain sud** (en **bleu** sur le schéma ci-contre) : ce scénario franchit en souterrain le terminal Orly Ouest, une piste de l'aéroport et traverse Wissous par le sud, en s'insérant sous le secteur de la mairie, puis sous la D32.



Variante de tracé étudiées entre Aéroport d'Orly et Antonypôle

4.1.1.2 Analyse des variantes

Critères		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Caractéristiques techniques		Nord Orlyval	Souterrain nord	Souterrain médian	Souterrain sud
Fonctionnalités	Temps de parcours	--	-	+	+
	Distance annuelle parcourue	-	+	++	+
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	+	+	+	+
	Activités humaines et cadre de vie	+	+	+	+
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé / des gares	+	+	++	--
Durée des travaux		-	+	+	+
Coûts		-	+	++	+

	Faune, flore et milieux naturels	Patrimoine et paysage
Scénario 1	Reprise de l'existant avec consommation de milieux favorable à la faune patrimoniale et protégée	Reprise existant
Scénario 2	Consommation de milieu réduite et atteinte aux espèces patrimoniales et protégées négligeable	Pas d'enjeu majeur
Scénario 3	Consommation de milieu réduite mais présence d'espèces patrimoniales et protégées aux abords des implantations d'ouvrage	Pas d'enjeu majeur
Scénario 4	Consommation de milieu réduite et atteinte aux espèces patrimoniales et protégées négligeable	Pas d'enjeu majeur

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Analyse multicritère des variantes de tracé Aéroport d'Orly à Antonypôle

Le **scénario 1 – réutilisation d'une partie des infrastructures existantes en sortie de l'aéroport** a fait l'objet d'études spécifiques qui ont abouti aux conclusions suivantes sur la base du gabarit du matériel roulant retenu soit une largeur des voitures de 2,50 m environ :

- le temps de parcours est allongé par rapport aux autres scénarios (tracé plus long d'au moins 5% et courbes de faible rayon induisant une forte réduction de la vitesse) ;
- l'exploitation de la ligne Orlyval existante doit être interrompue pour réaliser les travaux de raccordement au reste de la ligne 18, la durée estimée des travaux est d'un an et demi ;
- un surcoût est induit du fait de la reprise des ouvrages jalonnant le tracé existant d'Orlyval, dont la largeur est insuffisante au regard du gabarit du matériel roulant et des ouvrages de sécurité correspondant aux normes en vigueur actuellement pour les métros automatiques.

Le **scénario 2 – tracé souterrain nord** ne présente pas de difficulté particulière : le temps de parcours permis est relativement attractif, le tracé s'insère sous des espaces agricoles ou urbanisés sans contrainte particulière.

Le **scénario 3 – tracé souterrain médian** s'insère également sous des espaces agricoles ou urbanisés sans contrainte particulière. Il permet de plus une économie d'infrastructure (écart de -170 m par rapport au scénario 2). Cette réduction permet à la fois un temps de parcours amélioré et des économies d'exploitation puisque le nombre de kilomètres parcourus annuellement est moindre. Son coût d'investissement est également légèrement inférieur.

Le **scénario 4 – tracé souterrain sud** s'est révélé techniquement infaisable. En effet, un ouvrage annexe (accès de secours) devrait être implanté dans l'environnement des pistes, ce qui est interdit pour des raisons de sécurité. De surcroît, la gestion de la correspondance avec la ligne 14 serait moins bonne.

Le **scénario retenu est le scénario 3 – tracé souterrain médian**, correspondant au tracé le plus optimisé. Il présente en effet le linéaire d'infrastructure le plus limité, ce qui se traduit par un bon temps de parcours, ainsi que des coûts d'investissement et d'exploitation réduits.

4.1.2. Gare Antonypôle

Plusieurs variantes de localisation de la gare Antonypôle ont été envisagées au cours des études préalables. Une localisation privilégiée s'est rapidement dégagée et a fait l'objet d'études approfondies. Seule la solution retenue est donc présentée dans la suite.

Elle est implantée à Antony sous l'avenue Léon Harmel, à proximité du rond-point Boyan, et permettra la desserte du quartier ainsi qu'une correspondance avec des lignes de bus.

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

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Analyse multicritère de la gare d'Antonypôle

La **gare retenue est très satisfaisante** à de nombreux titres : en particulier, elle est optimale en termes de connectivité à son environnement (correspondances bus efficaces), de coûts et de délais de réalisation.

4.2. D'Antony à Massy-Palaiseau

4.2.1. Tracé

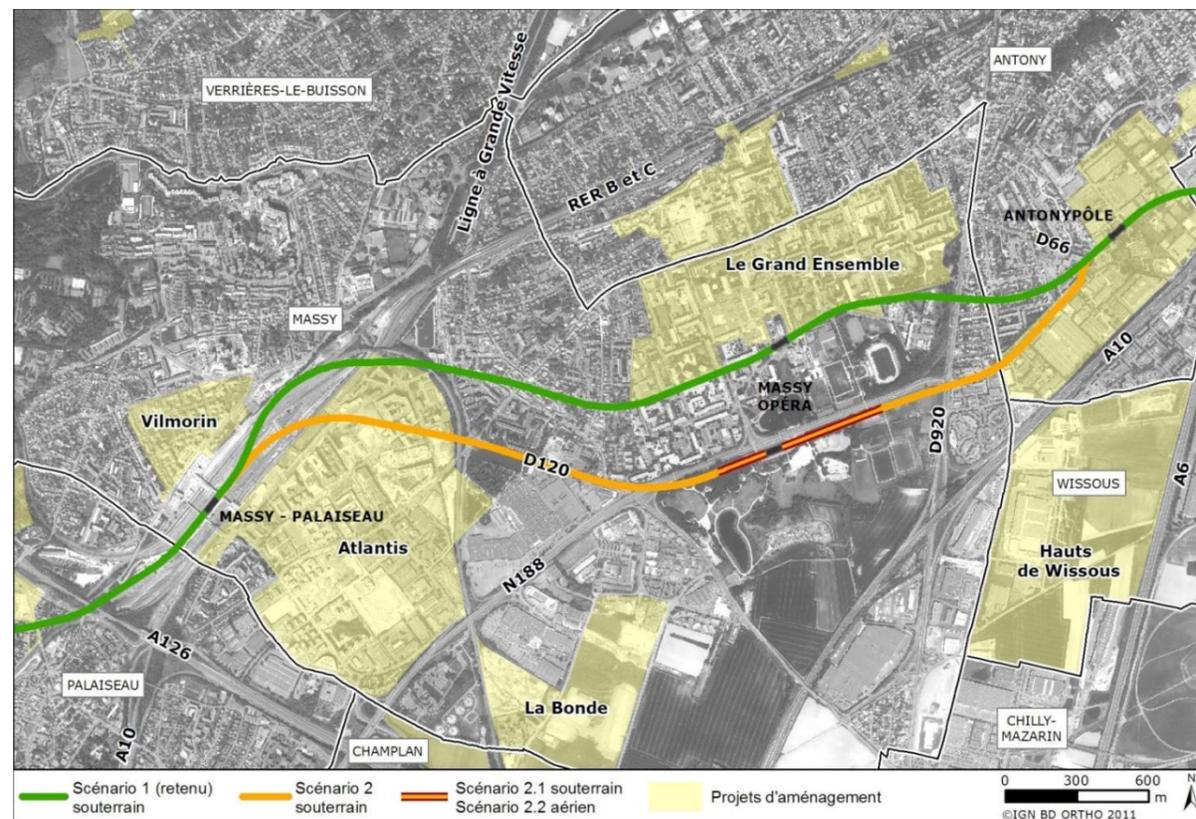
4.2.1.1 Présentation des variantes de tracé étudiées

Les scénarios examinés sont définis par un tracé, un mode d'insertion et une option de gare Massy Opéra.

Trois scénarios ont été étudiés :

- **Scénario 1 – Souterrain avec gare variante Opéra** (en vert sur le schéma ci-contre) : ce tracé relie Antony à Massy – Palaiseau par le centre-ville densément bâti de Massy, son insertion est donc intégralement souterraine ;
- **Scénario 2 – Souterrain ou aérien avec gare variante Koenig** (en orange sur le schéma ci-contre) : ce scénario présente un tracé plus au sud que le précédent. Il suit notamment l'avenue du maréchal Koenig (N188) où est implantée la gare Massy Opéra. Le long du parc Georges Brassens, deux options d'insertion sont examinées :
 - o **Scénario 2.1 – Souterrain** : le tracé est alors intégralement souterrain entre Antony à Massy – Palaiseau ;
 - o **Scénario 2.2 – Aérien en viaduc** sur une section d'environ 750 m.

Ces trois scénarios sont compatibles avec la gare Antony à Massy et avec les deux variantes de la gare Massy – Palaiseau présentées dans la suite, qui n'ont donc pas été un critère de choix ici.

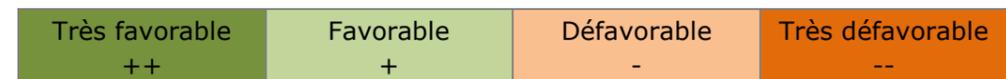


Variantes étudiées entre Antony à Massy et Massy – Palaiseau

4.2.1.2 Analyse des variantes

Critères		Scénario 1	Scénario 2 / Option 2.1	Scénario 2 / Option 2.2
Caractéristiques techniques		Souterrain par Opéra	Souterrain par Koenig	Souterrain et aérien par Koenig
Fonctionnalités	Temps de parcours	+	+	-
	Distance annuelle parcourue	+	+	+
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	++	+	-
	Activités humaines et cadre de vie	+	+	--
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé / des gares	+	+	--
Durée des travaux		+	+	+
Coûts		-	-	+

	Faune, flore et milieux naturels	Patrimoine et paysage
Scénario 1	Pas d'enjeu majeur	
Scénario 2.1	Pas d'enjeu majeur	Pas d'enjeu majeur
Scénario 2.2	Pas d'enjeu majeur	Renforcement effet coupure avenue Koenig



Analyse multicritère des variantes de tracé Antony à Massy – Palaiseau

Le **scénario 1 – souterrain avec gare Opéra** est satisfaisant sur l'ensemble des critères sans présenter d'inconvénient majeur. Réalisé au tunnelier, il permet un délai de réalisation satisfaisant.

Le **scénario 2 – option 2.1 – souterrain avec gare Koenig** est également satisfaisant : il présente globalement les mêmes avantages que le scénario 1, mais il s'insère dans un contexte nettement moins urbanisé, notamment au sud de l'avenue du maréchal Koenig.

Pour le **scénario 2 – option 2.2 – mixte avec gare Koenig**, la recherche d'une portion de tracé aérienne est confrontée à de nombreuses difficultés d'insertion : conflit avec des passerelles piétonnes franchissant l'avenue du maréchal Koenig, difficultés de rabattement pour les bus, ouvrages d'art du RER C entre les gares Massy Opéra et Massy - Palaiseau, impacts visuel et sonore pour les riverains, etc. Les études ont donc conclu à la faisabilité d'un court tronçon aérien uniquement (750 m de long). Cela engendre des contraintes importantes (discontinuité dans le tracé en tunnel, deux coupures urbaines proches). L'insertion de ce viaduc induit de plus des

impacts paysagers négatifs sur le parc Georges Brassens et contraint la circulation routière sur la N188. L'alternance entre aérien et souterrain rallonge légèrement le temps de parcours.

Le tracé du scénario 2.2 (souterrain et aérien par Koenig) **est écarté** en raison de ses contraintes d'insertion trop importantes.

Les critères liés au tracé sont équivalents entre les deux scénarios souterrains (scénarios 1 et 2.1) mais la gare assure du scénario 1 assure une meilleure desserte urbaine de la ville.

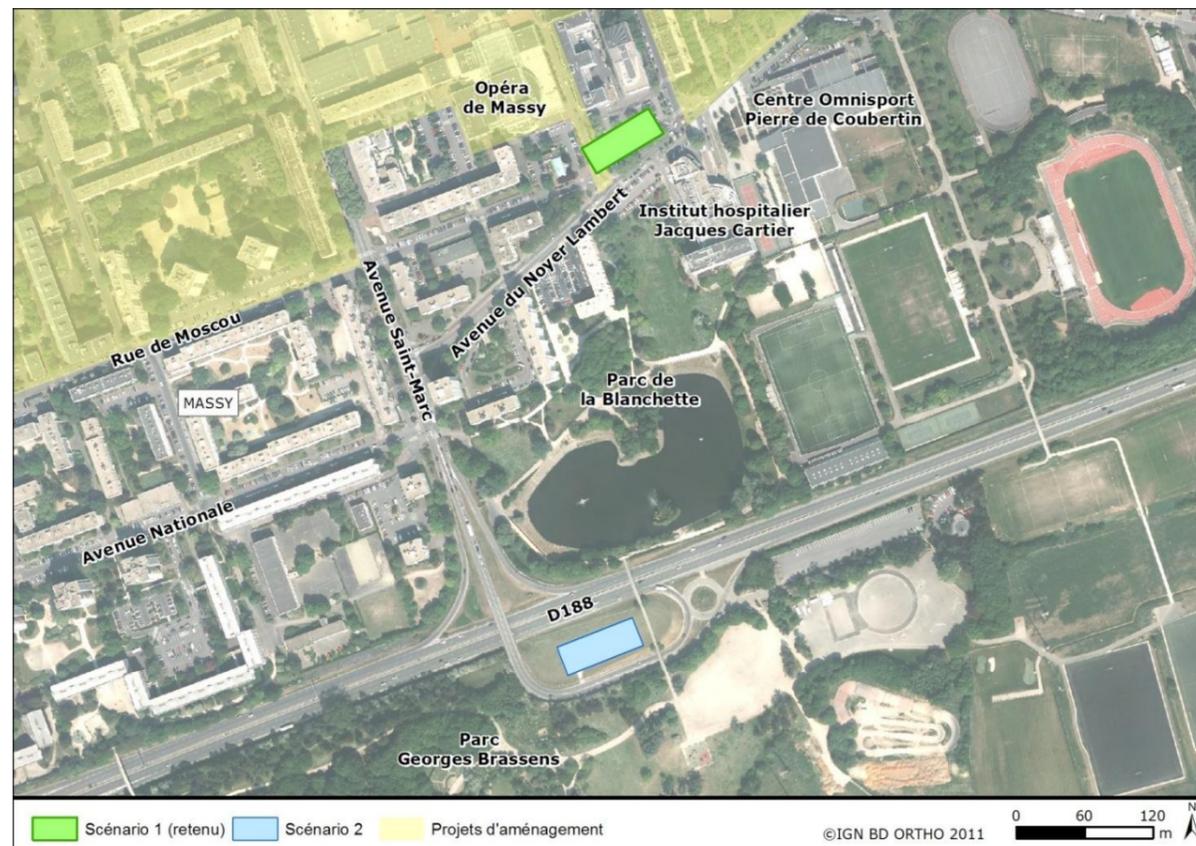
Le scénario 1, tracé souterrain avec gare Opéra, est retenu.

4.2.2. Gare Massy Opéra

Les scénarios 1 et 2.1, tous deux intégralement souterrains, diffèrent par la position de la gare Massy Opéra.

Deux variantes de gare souterraine ont en effet été étudiées :

- **Scénario 1 – Opéra** (en **vert** sur le schéma ci-dessous) : la gare se trouve sous la place Saint-Exupéry et le long de l'avenue du Noyer Lambert ;
- **Scénario 2.1 – Koenig** (en **bleu** sur le schéma ci-dessous) : la gare est implantée au sud de la N188 et parallèle à cette dernière, sur le bord du parc Georges Brassens.



Variantes de gare étudiées à Massy Opéra

Critère	Scénario 1 – Opéra	Scénario 2.1 – Koenig
1. Critères de fonctionnalités		
1.1 Tracé et exploitation du réseau	++	++
1.2 Efficacité de la gare	+	+
1.3 Connectivité de la gare	++	+
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	++	+
2. Critères techniques et environnementaux		
	+	-
3. Critères de coûts		
	++	++
4. Critères de délais		
	++	-

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Analyse multicritère des variantes de gare de Massy Opéra

Le **scénario 1 – Opéra** est situé au cœur du Grand Ensemble et à proximité immédiate des équipements du secteur (Opéra, hôpital Jacques Cartier) et du projet urbain des Franciades. L'offre bus est déjà présente dans le quartier, de même que des itinéraires cyclables, ce qui permettra de structurer aisément l'intermodalité autour de ce nouveau pôle. Ce scénario ne présente pas d'impact marqué sur l'environnement, au contraire, il ouvre sur le paysage du parc et du lac de la Blanchette.

Le **scénario 2.1 – Koenig** présente plusieurs faiblesses : des contraintes techniques et environnementales importantes (contexte géotechnique complexe, présence de réseaux, espèces protégées dans le parc Brassens...) et une coordination nécessaire avec des projets de requalification de la N188 représentant un risque pour le planning de réalisation. De plus, il se trouve un peu éloigné des zones d'habitat et d'équipements, bien que cette localisation puisse être le support d'une ouverture du quartier vers le parc Brassens, et le rabattement bus y est plus complexe à organiser.

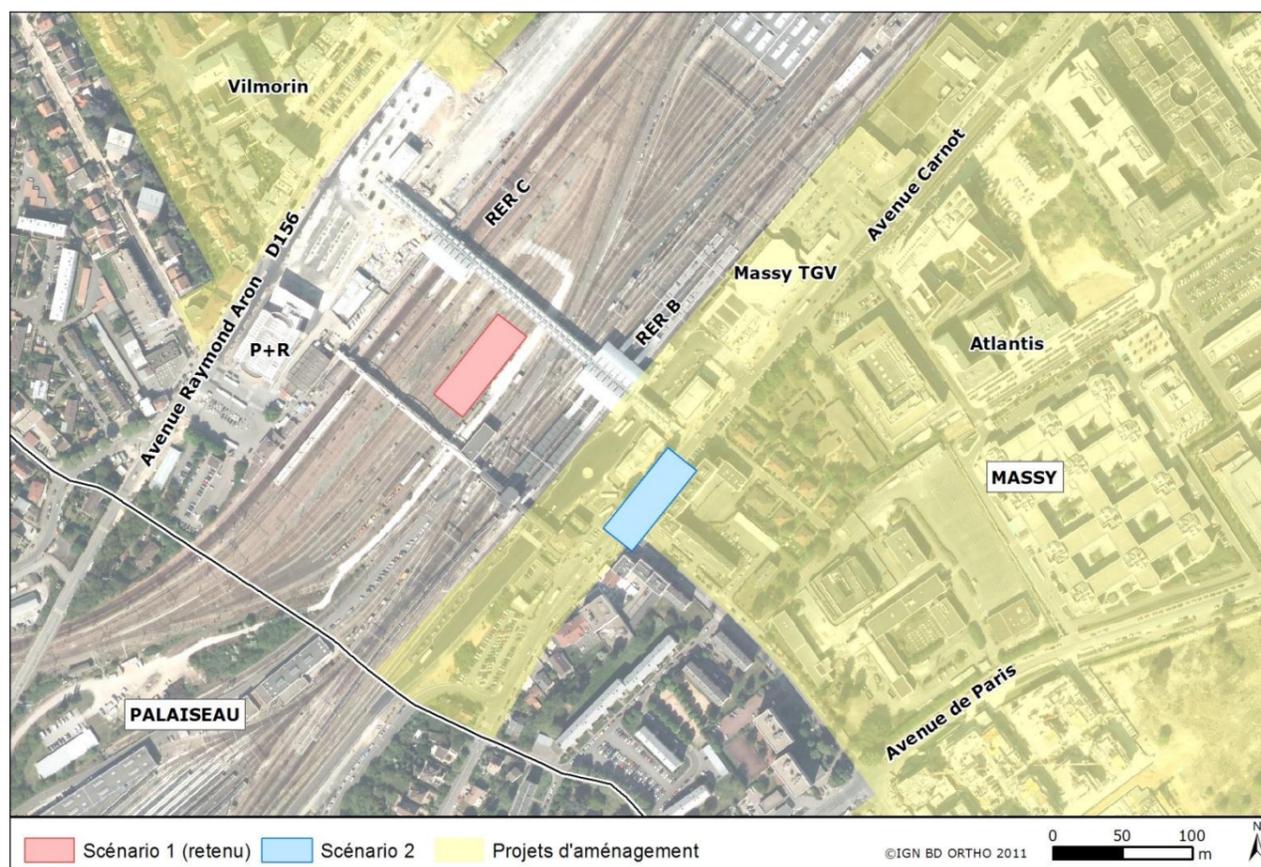
La gare du scénario 1 – Opéra est retenu en raison de sa meilleure desserte des zones d'habitat et des équipements, de son calendrier plus maîtrisable et de ses impacts réduits sur l'environnement. Ce choix conditionne le tracé en amont et en aval de la gare.

4.2.3. Gare Massy – Palaiseau

Plusieurs variantes de localisation de la gare Massy – Palaiseau ont été envisagées au cours des études préalables. Ces variantes locales sont compatibles avec les différents scénarios de tracé présentés ci-avant.

Deux variantes de gare souterraine ont fait l'objet d'études approfondies :

- **Scénario 1 – Sous le faisceau ferroviaire** (en vert sur le schéma ci-dessous) : la gare est implantée au milieu du faisceau ferroviaire, entre les voies du RER B et celles du RER C ;
- **Scénario 2 – En ouverture sur l'avenue Carnot** (en bleu sur le schéma ci-dessous) : à l'est du faisceau ferroviaire.



Variantes de gare étudiées à Massy – Palaiseau

2. Critères techniques et environnementaux	+	-
3. Critères de coûts	+	+
4. Critères de délais	-	+

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Analyse multicritère des variantes de gare de Massy – Palaiseau

Le **scénario 1 – sous le faisceau ferroviaire** présente un équilibre entre les deux côtés du faisceau ferroviaire : correspondance efficace avec le RER B et le RER C, ainsi qu'avec les deux gares routières, desserte similaire des projets urbains Vilmorin et Atlantis. Cette solution nécessite, pour la phase travaux, une coordination étroite avec les opérateurs présents sur le site, notamment RFF/SNCF qui doit dégager les voies sur lesquelles la gare sera implantée.

Le **scénario 2 – en ouverture sur l'avenue Carnot** est favorable pour la desserte de la ZAC Atlantis et les correspondances RER B et TGV mais pénalise la desserte du côté ouest du faisceau ferroviaire. Sa réalisation entre par ailleurs en conflit avec les projets urbains de la ville.

Le **scénario 1 – sous le faisceau ferroviaire est retenu** en raison d'une meilleure connectivité de la gare à son environnement.

4.3. Montée sur le plateau de Saclay

A l'ouest de la gare souterraine de Massy – Palaiseau, le tracé rejoint le plateau de Saclay. Un dénivelé important du terrain naturel (60 m environ) doit être franchi, accentué par le passage d'une insertion souterraine à la partie aérienne du projet.

4.3.1. Présentation des variantes de tracé étudiées

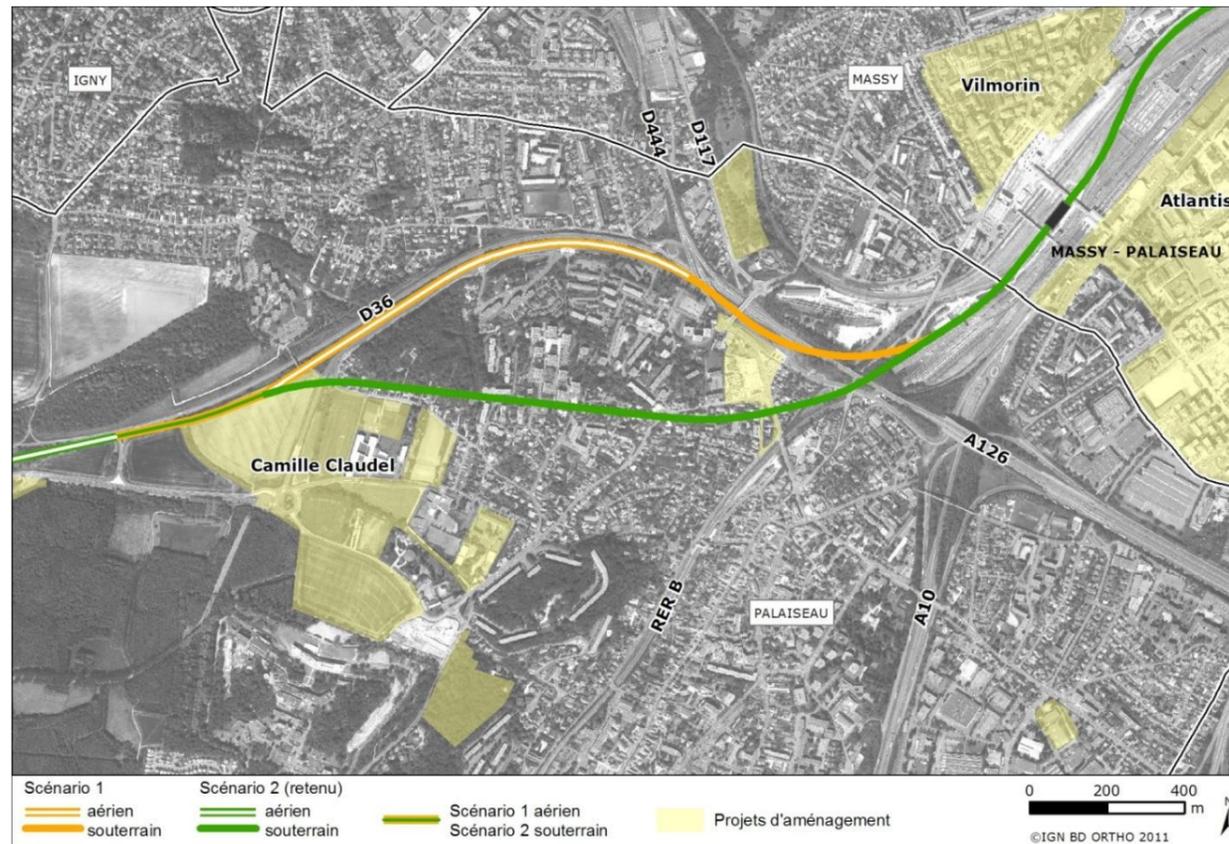
Un scénario intégralement aérien en viaduc a été recherché mais a été écarté en raison des nombreux obstacles à franchir : autoroute A126, route départementale D156 (boulevard de la grande ceinture), voies du RER B qui passent sous la D156. Il faut également passer sous deux lignes aériennes à haute tension.

Deux scénarios de tracé ont ainsi été étudiés. Ils diffèrent dans leur tracé en plan et dans leur point de passage du souterrain à l'aérien. Ils n'ont pas d'impact sur la localisation des gares :

- **Scénario 1 – Souterrain et aérien le long de la D36** (en orange sur le schéma ci-contre). L'implantation de la gare Massy – Palaiseau en souterrain au milieu du faisceau ferré ne permet une émergence du tunnelier qu'au niveau de l'impasse de la Cerisaie, à proximité de la jonction entre la D36 et la D444. Le viaduc est ensuite positionné le long du site propre de la ligne de bus 91-06 ;

Critère	Scénario 1 – Faisceau ferré	Scénario 2 – Carnot
1. Critères de fonctionnalités		
1.1 Tracé et exploitation du réseau	++	++
1.2 Efficacité de la gare	+	+
1.3 Connectivité de la gare	++	-
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	-	+

- **Scénario 2 – Souterrain** (en vert sur le schéma ci-contre) : le tracé reste relativement rectiligne, effectuée sa montée intégralement en souterrain et rejoint le niveau du terrain naturel à l'ouest du quartier Camille Claudel.

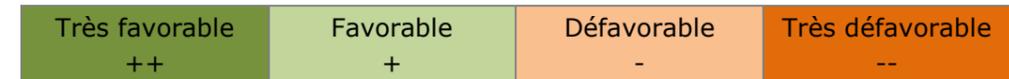


Variantes de tracé étudiées pour la montée sur le plateau de Saclay

4.3.2. Analyse des variantes

Critères		Scénario 1	Scénario 2
Caractéristiques techniques		Mixte D36	Souterrain
Fonctionnalités	Temps de parcours	--	+
	Distance annuelle parcourue	--	+
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	+	+
	Activités humaines et cadre de vie	-	++
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé	+	+
Durée des travaux		-	+
Coûts		+	+

	Faune, flore et milieux naturels	Patrimoine et paysage
Scénario 1	Pas d'enjeu majeur	Renforcement effet coupure RD36 + de l'altération de ce secteur
Scénario 2	Pas d'enjeu majeur	Pas d'enjeu majeur



Analyse multicritère des variantes de tracé pour la montée sur le plateau de Saclay

Le **scénario 1 – souterrain et aérien le long de la D36** allonge le linéaire de la ligne de 400 mètres. Le temps de parcours entre les gares Massy – Palaiseau et Palaiseau est donc dégradé, ainsi que le nombre de kilomètres parcourus annuellement. Les travaux, compte tenu de la pente et du franchissement nécessaire du site propre de la ligne 91-06, sont plus complexes à réaliser et plus pénalisants pour l'environnement que dans le cas de la solution souterraine. De plus, la pente à franchir (jusqu'à 7%) est forte.

Le scénario 2 – souterrain présente un tracé direct, et est donc plus attractif en termes de temps de parcours. Son insertion souterraine permet de n'avoir aucun impact sur l'urbanisme existant. Le profil en long de cette variante, plus doux, n'impose pas le choix d'un matériel roulant particulier.

Le schéma d'ensemble avait prévu que la pente à gravir constitue une contrainte majeure dans le choix de l'alternative aérien/souterrain dans ce secteur.

Le **scénario 2 – souterrain** est retenu en raison de ses caractéristiques techniques (tracé en plan et profil en long) et des conditions de réalisation plus favorables

4.4. Quartier de l'Ecole Polytechnique

4.4.1. Tracé

Cette section est caractérisée par la présence du quartier de l'Ecole Polytechnique, en plein développement, avec notamment le projet de ZAC porté par l'EPPS qui a fait l'objet de procédures réglementaires propres et est en cours de réalisation (premiers travaux engagés depuis 2014).

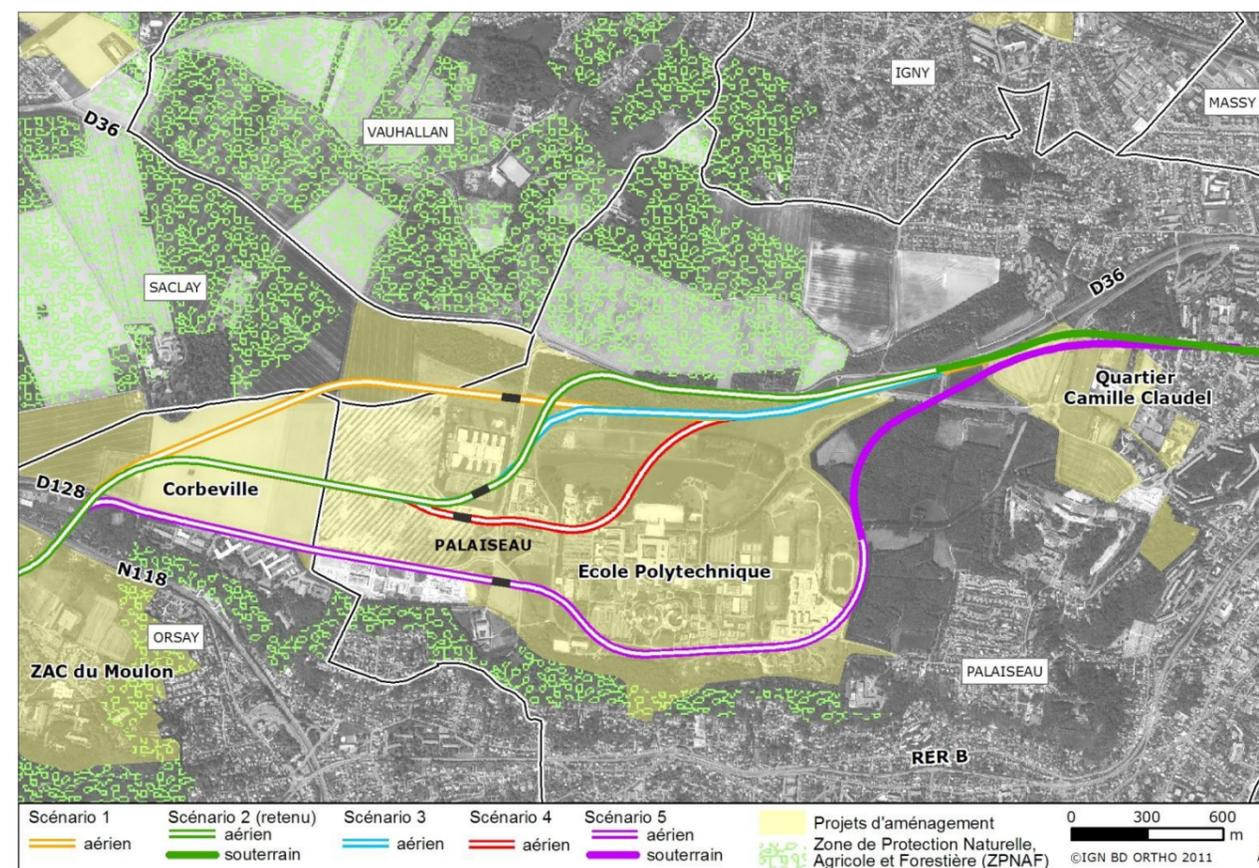
La zone de Polytechnique comporte un certain nombre de laboratoires dont la sensibilité aux vibrations et aux champs électromagnétiques constitue une contrainte forte. Le laboratoire météorologique SIRTa génère également des contraintes d'implantation pour le viaduc.

4.4.1.1 Présentation des variantes de tracé étudiées

De nombreuses variantes ont été étudiées sur ce secteur, en lien avec le projet de ZAC. A chaque variante de tracé correspond une variante de positionnement de la gare Palaiseau. Les scénarios présentés ici ont fait l'objet d'études détaillées :

- **Scénario 1 – Nord** (en orange sur le schéma ci-contre) : ce tracé longe la future extension du boulevard des Maréchaux Nord et présente une gare au nord du centre de recherche de Danone, à proximité de l'avenue de la Vauve ;
- **Scénario 2 – D36** (en vert sur le schéma ci-contre) : le tracé longe le sud de la D36, traverse l'espace boisé puis l'avenue de la Vauve qu'il franchit entre les établissements de Danone et Thalès pour rejoindre le prolongement de l'avenue Fresnel. Une gare est implantée sur l'actuel parking du centre de recherche de Danone ;
- **Scénario 3 – Médian** (en bleu sur le schéma ci-contre) : dans ce scénario, le viaduc se situe au sud de l'espace boisée et franchit l'avenue de la Vauve entre les établissements de Danone et Thalès. La gare est également positionnée sur le parking de Danone ;
- **Scénario 4 – Central** (en rouge sur le schéma ci-contre) : ce tracé, enjambe le lac de l'Ecole polytechnique, passe au milieu de l'avenue Fresnel entre les établissements de Thalès et l'Institut d'Optique Graduate School (IOGS). La gare est positionnée au sud de la nouvelle rue créée dans le prolongement de l'avenue A. Fresnel ;
- **Scénario 5 – Maréchaux Sud** (en violet sur le schéma ci-contre) : le viaduc contourne le quartier de l'Ecole polytechnique par l'est et le sud en empruntant le boulevard des Maréchaux puis que le boulevard sud (D128). La gare est positionnée au sud du rond-point d'intersection entre la D128 et l'avenue de la Vauve.

D'autres variantes ont été envisagées au cours des études, contournant le Plateau par l'est et le sud avant de rejoindre le quartier de l'Ecole polytechnique. Elles ont été écartées en raison de l'impossibilité d'implanter un puits de sortie du tunnelier dans la forêt domaniale de Palaiseau.



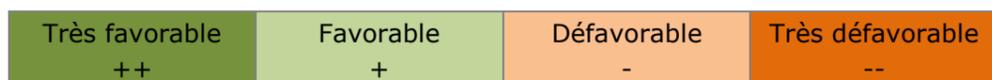
Variantes de tracé étudiées pour la desserte du quartier de l'école polytechnique

4.4.1.2 Analyse des variantes

Sur cette section, les variantes d'insertion du tracé et de la gare de Palaiseau ont été étudiées en parallèle pour aboutir au meilleur choix global.

Critères		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Caractéristiques techniques		Nord	RDD36	Médian	Central	Maréchaux Sud
Fonctionnalités	Temps de parcours	++	+	+	-	--
	Distance annuelle parcourue	+	-	-	-	--
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	-	-	+	+	+
	Activités humaines et cadre de vie	++	-	--	--	-
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé	+	+	-	+	+
Durée des travaux		+	-	-	--	-
Coûts		+	-	--	--	--

	Faune, flore et milieux naturels	Patrimoine et paysage
Scénario 1	Emprise au niveau de future mesure de compensation de l'EPPS (sud du bois de la Croix de Villebois) Rupture fort dans les continuités et impact significatif sur la faune et la flore protégée	Appuyé sur boisement => isolement paysager RD36, mais à l'ouest de Danone non intégré dans quartier
Scénario 2	Impacts non négligeable sur la faune patrimoniale et protégée	Renforcement effet coupure R36 mais dans zone urbaine - intégré nouveau paysage urbain
Scénario 3		
Scénario 4	Emprise au niveau de future mesure de compensation de l'EPPS (sud du bois de la Croix de Villebois) Rupture fort dans les continuités et impact significatif sur la faune et la flore protégée	Impact sur perspective du lac
Scénario 5	Nombreuses mouillères et mares présentant un enjeu fort pour la faune et la flore Rupture fort dans les continuités et impact significatif sur la faune et la flore protégée	Pas d'enjeu majeur



Analyse multicritère des variantes de tracé dans le secteur de Polytechnique

Le **scénario 1 – nord** présente un temps de parcours très attractif et peu d'impacts sur les activités installées à proximité de son tracé. Cependant, le tracé reste en bordure du projet urbain et s'insère dans une zone humide sensible et perturbe fortement les activités du **SIRTA** car il se situe au sud de la bande arborée. Son coût d'investissement et ses délais de réalisation sont satisfaisants. Aucun bâtiment n'est impacté par des effets vibratoires ou de champ magnétique mais son périmètre de desserte des activités est réduit.

Le **scénario 2 – D36** a un impact sur une partie des activités du Site Instrumental de Recherche par Télédétection Atmosphérique (SIRTA) et sur les salles blanches de Thalès (électromagnétisme, nuisances sonores etc.) mais la gare est au centre de l'urbanisme. L'adaptation imposée à ces activités par le projet engendre un surcoût. Ce choix impose de surcroît une vigilance particulière vis-à-vis de l'environnement (présence d'un Espace Boisé Classé et d'espèces protégées à proximité).

Le **scénario 3 – médian** a le même impact sur les salles blanches de Thalès que le scénario 2 mais son impact sur les activités du SIRTA est beaucoup plus fort dans la mesure où le viaduc se situe au sud de la bande arborée. Le SIRTA devrait ainsi déménager totalement sur un nouveau site. En revanche, son insertion présente un impact écologique réduit.

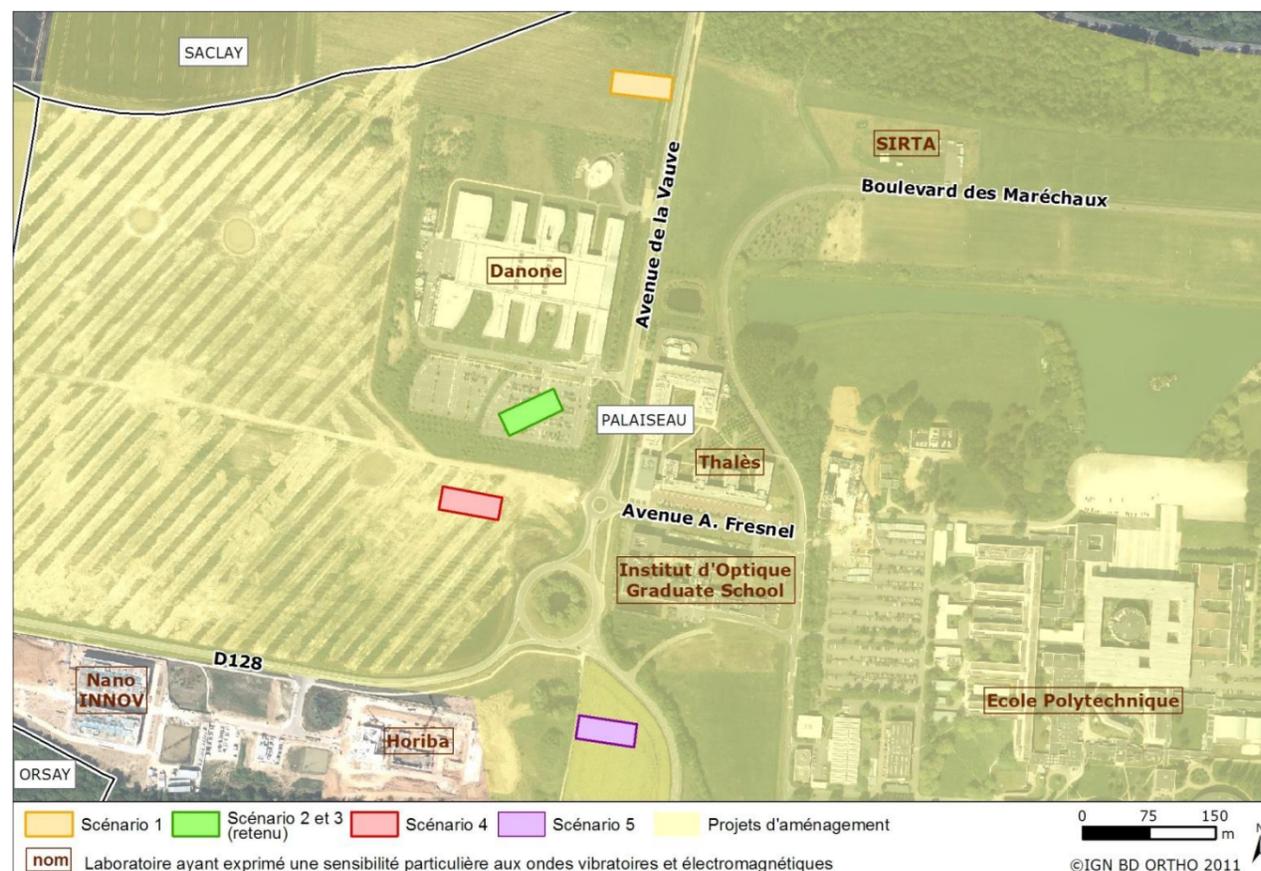
Le **scénario 4 – central** traverse le lac de l'Ecole polytechnique avec un impact paysager très fort et a un impact fort sur l'IOGS et sur les laboratoires de Thalès situés au sud du site de l'entreprise. Ce scénario contraint à déménager totalement l'IOGS et une partie des laboratoires de Thalès ce

qui a un impact très fort sur les coûts. C'est le scénario qui a le plus fort impact sur son environnement (laboratoires impactés et environnement paysager) et donc sur les coûts.

Le **scénario 5 – Maréchaux sud** présente un tracé plus long, avec un temps de parcours et un coût d'exploitation moins compétitifs. La sortie du tunnelier s'avère difficile (site classé de la forêt de Palaiseau). Le tracé perturbe les activités de plusieurs laboratoires : Horiba, Nano Sciences et NanoINNOV.

L'analyse comparative des scénarios de tracés conduit à **privilégier les scénarios 1 – nord et 2 – D36**, notamment en raison de leurs impacts limités sur les activités avoisinantes.

4.4.2. Gare Palaiseau



Le **scénario 1 – nord** (en orange sur le schéma ci-contre) ne permet pas une bonne desserte du quartier en raison de sa position excentrée. La correspondance entre la gare Grand Paris Express et la ligne 91-06 est par ailleurs peu efficace.

Les **scénarios 2/3 – D36 / médian et 4 – central** (en vert et en rouge sur le schéma ci-contre) sont satisfaisants en termes d'insertion urbaine dans la mesure où la position de la gare est centrale par rapport aux projets urbains de l'EPPS et environnementale.

Le **scénario 5 – Maréchaux Sud** (en violet sur le schéma ci-contre) se trouve au sud du Plateau, plus à l'écart de l'urbanisation, et ne permet pas de correspondance efficace avec la ligne 91-06.

L'analyse comparative des variantes de gares conduit à **écarter les scénarios 1 – nord et 5 – Maréchaux Sud** et à **privilégier les scénarios 2/3 – D36 / médian et 4 – central**.

4.5. De la N118 à l'ouest du CEA

4.5.1. Tracé

4.5.1.1 Présentation des variantes de tracé étudiées

A l'ouest de la N118, la ligne verte (ligne 18) dessert le quartier du Moulon (gare Orsay – Gif) puis le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (gare CEA Saint-Aubin).

Le secteur est marqué par la présence de la zone de protection naturelle, agricole et forestière (ZPNAF), instituée par le décret n°2013-1298 du 27 décembre 2013.

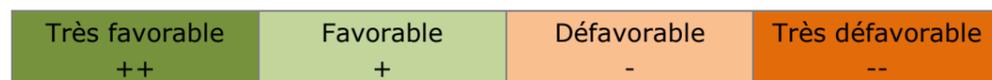
Deux variantes ont été étudiées sur ce secteur. Ces deux scénarios, tous deux aériens en viaduc, sont très différents du point de vue du tracé et du positionnement de la gare CEA Saint-Aubin lorsqu'elle pourra être construite. Ils induisent un positionnement légèrement différent pour la gare Orsay – Gif.

Scénario 1 – Aérien Nord (en vert sur le schéma ci-contre) : après la gare Orsay – Gif située à l'est de la rue Joliot-Curie, le tracé tourne vers le nord et longe la N118 jusqu'au carrefour du « Christ de Saclay », puis la D36 vers l'ouest. La gare CEA Saint-Aubin, lorsqu'elle pourra être construite, se trouvera sur la commune de Saclay, au sud-ouest du carrefour du Christ de Saclay ;

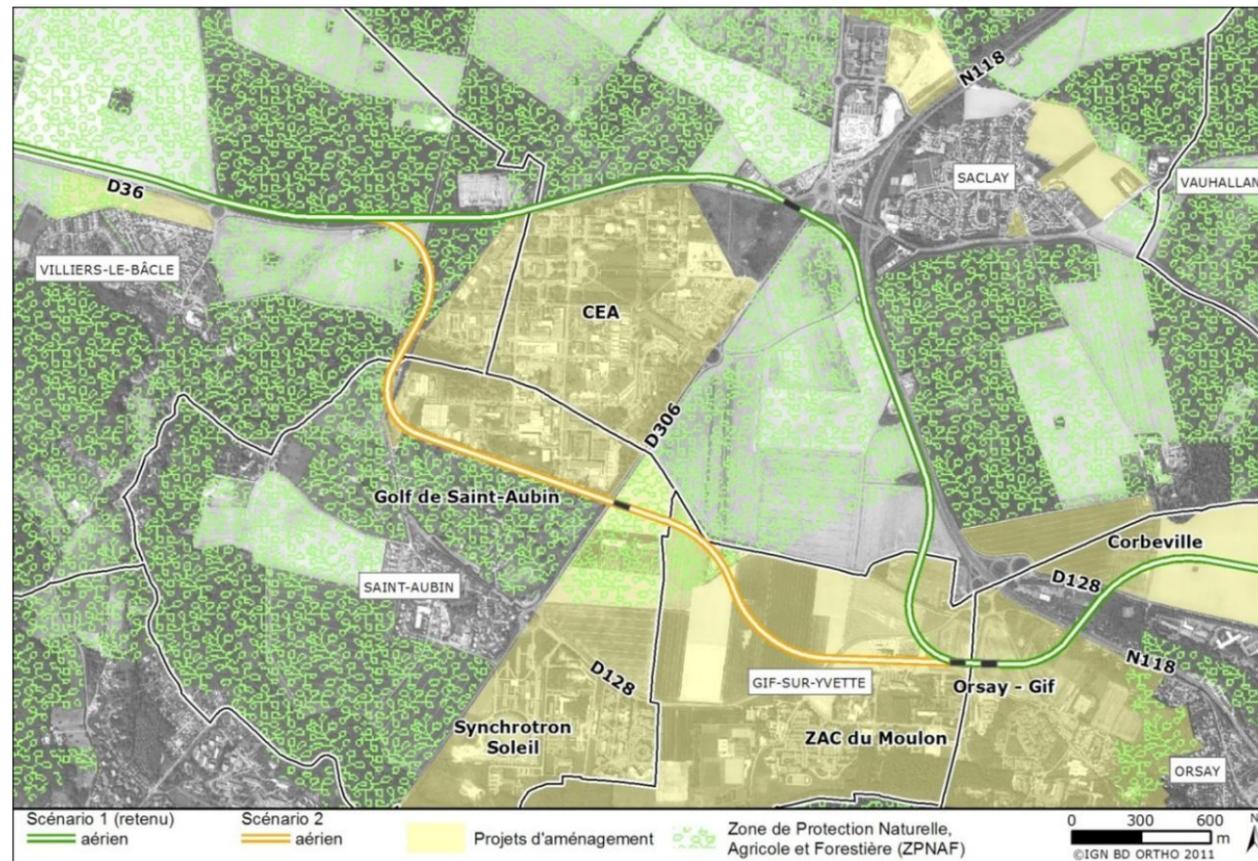
Scénario 2 – Aérien Sud (en orange sur le schéma ci-contre) : après la gare Orsay – Gif située à l'ouest de la rue Joliot-Curie, le tracé traverse la ZAC du Moulon, puis une zone de la ZPNAF. Il s'insère ensuite entre les emprises du CEA et du golf de Saint-Aubin et puis rejoint la D36. La gare CEA Saint-Aubin se trouve à proximité immédiate de la D306.

Variantes de gare étudiées à Palaiseau

Critère	Scénario 1 Nord	Scénarios 2/3 D36 / Médian	Scénario 4 Central	Scénario 5 Maréchaux Sud
1. Critères de fonctionnalités				
1.1 Tracé et exploitation du réseau	++	+	+	-
1.2 Efficacité de la gare	++	++	++	++
1.3 Connectivité de la gare	-	++	++	-
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	--	++	++	+
2. Critères techniques et environnementaux				
	+	+	+	+
3. Critères de coûts				
	+	-	-	+
4. Critères de délais				
	+	+	+	+



Analyse multicritère des variantes de gare de Palaiseau



Variantes étudiées pour la desserte du CEA

4.5.1.2 Analyse des variantes

	Faune, flore et milieux naturels	Patrimoine et paysage
Scénario 1	Evitement de la zone de Golf et de rigoles (Corbeville, Saint-Aubin). Impacts présents mais limités sur les zones humides et espèces protégées et patrimoniales	
Scénario 2	Secteur à fort enjeu pour la faune et la flore patrimoniale et protégée. Présence de zones humides proximité des rigoles	Frôle site classé parc du château de Villiers-le-Bâcle + impact sur ambiance et circulations douces + rupture dans zone agricole pour rejoindre RD36



Analyse multicritère des variantes de tracé dans le secteur du CEA

Le **scénario 1 – aérien nord** présente un tracé assez long, ce qui réduit son attractivité (temps de parcours) et augmente son coût d'exploitation. Il s'insère principalement le long de voies existantes, sans contrainte sur les milieux naturel et humain, notamment la ZPNAF. Il est compatible avec les activités des centres de recherche DOSEO (radiothérapie et imagerie médicale) et NeuroSPIN (recherche sur le cerveau) sensibles aux vibrations et champs électromagnétiques.

Le **scénario 2 – aérien sud** permet un tracé plus direct. En revanche, il induit des impacts vibratoires et électromagnétiques incompatibles avec les activités des centres de recherche DOSEO (radiothérapie et imagerie médicale) et NeuroSPIN (recherche sur le cerveau), implantés sur le site du CEA et qui ne sont pas appelés à réduire leurs activités. Il est plus proche d'une Installation Nucléaire de Base que le tracé nord. Il nécessite également une traversée de la ZPNAF à l'ouest du CEA ainsi qu'un bois classé.

En termes de tracé, le scénario 1 – aérien nord est le plus favorable, en raison d'une meilleure insertion dans l'environnement naturel et d'absence d'impacts vibratoires et électromagnétiques sur les activités qui y sont sensibles.

4.5.2. Gare Orsay-Gif

Les deux variantes de positionnement de la gare Orsay – Gif sont liées aux contraintes du tracé. Chaque variante de gare étudiée correspond à l'un des deux tracés.

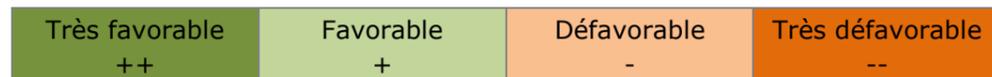
En particulier, dans le scénario 1, compte tenu de la courbe nécessaire pour rejoindre la N118, il est nécessaire de positionner la gare Orsay – Gif à l'est de la rue Joliot-Curie afin de conserver un alignement droit suffisant pour implanter la gare.

Critères		Scénario 1	Scénario 2
Caractéristiques techniques		Aérien Nord	Aérien Sud
Fonctionnalités	Temps de parcours	-	+
	Distance annuelle parcourue	-	+
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	+	-
	Activités humaines et cadre de vie	+	--
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé / des gares	+	-
Durée des travaux		+	+
Coûts		+	+



Variantes étudiées pour la gare d'Orsay – Gif

Critère	Scénario 1 – Aérien Nord	Scénario 2 – Aérien Sud
Caractéristiques techniques	Gare Est	Gare Ouest
1. Critères de fonctionnalités		
1.1 Tracé et exploitation du réseau	+	+
1.2 Efficacité de la gare	+	+
1.3 Connectivité de la gare	+	+
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	+	+
2. Critères techniques et environnementaux		
2.1	+	+
3. Critères de coûts		
3.1	+	+
4. Critères de délais		
4.1	+	+



Analyse multicritère des variantes de gare d'Orsay – Gif

Les deux positionnements de gare Orsay – Gif sont équivalents sur l'ensemble des critères considérés. **La position de la gare ne permet pas d'arbitrer entre les scénarios de tracé 1 et 2.**

4.5.3. Gare CEA Saint-Aubin

La gare CEA Saint-Aubin n'est pas incluse dans le présent projet soumis à enquête publique et fera l'objet de démarches réglementaires ultérieures. Pour permettre la réalisation ultérieure de la gare CEA Saint-Aubin, le projet de liaison en métro automatique entre les gares Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers doit d'ores et déjà prévoir sa localisation et intégrer des mesures conservatoires.

Variantes étudiées pour la gare CEA Saint-Aubin



Critère	Scénario 1 – Aérien Nord	Scénario 2 – Aérien Sud
Caractéristiques	Christ de Saclay	D306
1. Critères de fonctionnalités		
1.1 Tracé et exploitation du réseau	+	++
1.2 Efficacité de la gare	++	-

1.3 Connectivité de la gare	++	-
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	+	+
2. Critères techniques et environnementaux	+	+
3. Critères de coûts	++	++
4. Critères de délais	+	+

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Le **scénario 1 – aérien nord** (en **vert** sur le schéma ci-contre) propose une gare localisée au niveau du carrefour du Christ de Saclay, carrefour majeur du plateau de Saclay. Cette localisation favorise l'intermodalité et le rabattement (toutes les missions de la ligne 91-06 sont en correspondance), tout en répondant à l'objectif premier au titre du schéma d'ensemble, la desserte du CEA. Il permet également une desserte de la commune de Saclay.

Le **scénario 2 – aérien sud** (en **bleu** sur le schéma ci-contre) propose une gare localisée au niveau de la D306. Il permet un tracé de ligne plus direct. Il offre une correspondance avec la ligne 91-06.

L'analyse comparative des gares a conduit à retenir, lorsqu'elle pourra être construite, l'implantation du scénario 1 – aérien nord de la gare CEA Saint-Aubin, notamment parce qu'elle offre une meilleure efficacité et connectivité.

Le projet soumis à enquête publique intègre des mesures conservatoires permettant la réalisation ultérieure de cette gare, présentées dans la pièce D4.

4.6. Du CEA à Saint-Quentin Est

4.6.1. Tracé

4.6.1.1 Présentation des variantes de tracé étudiées

Entre la gare CEA Saint-Aubin et Saint-Quentin-en-Yvelines, la ligne 18 parcourt le plateau de Saclay sur environ 9 km, sans gare intermédiaire. Le secteur est marqué par la présence de la Zone de Protection Naturelle Agricole et Forestière (ZPNAF) qui contraint les possibilités d'insertion.

Les solutions étudiées ont cherché à concilier les attentes et les contraintes des riverains et du maître d'ouvrage. Les scénarios au sol ont été exclus pour des raisons de sécurité mais également parce qu'ils constituent une coupure infranchissable pour les riverains, perturbent considérablement les activités agricoles et représentent une forte contrainte sur l'environnement naturel (risque inondation amplifié par l'imperméabilisation des sols qu'apporte une infrastructure au sol notamment).

Compte tenu de ces contraintes, trois scénarios de tracé ont été étudiés, parfois déclinés en plusieurs types d'insertion et méthodes constructives.

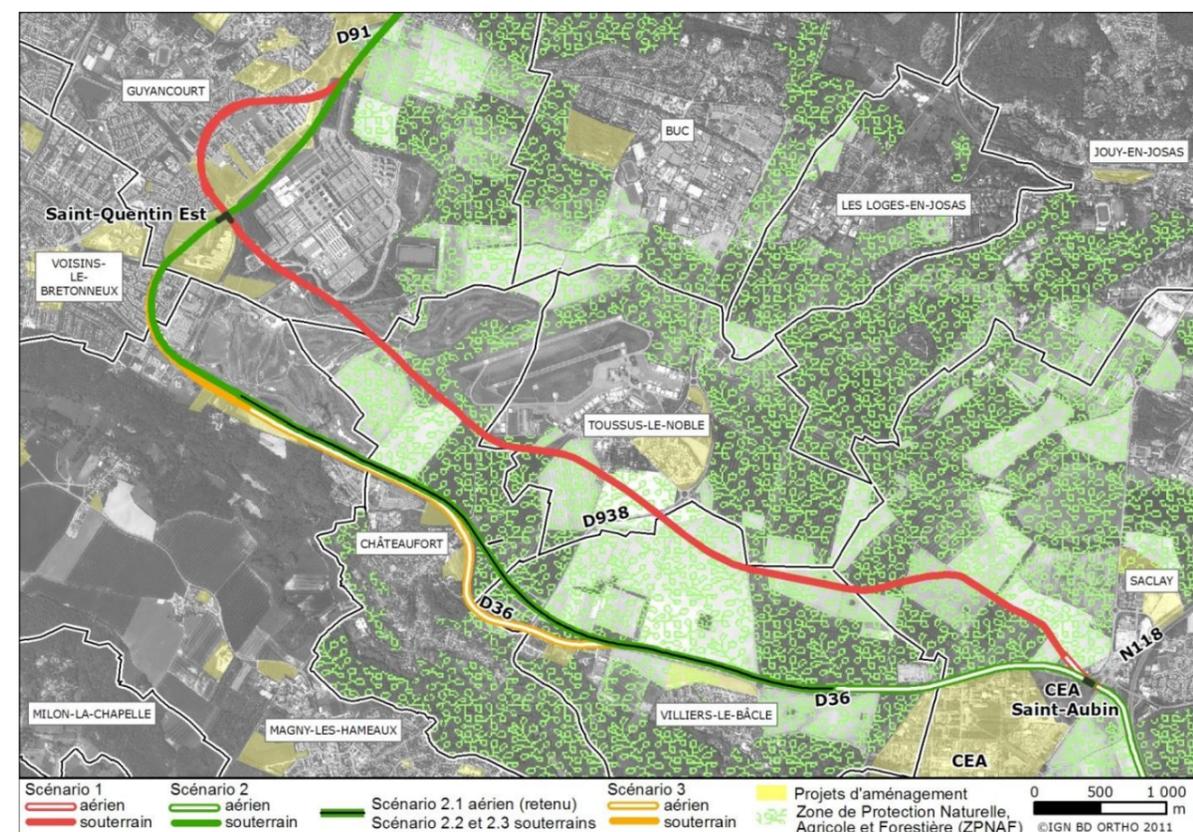
Scénario 1 – Souterrain nord (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : ce scénario entièrement souterrain part du carrefour du Christ de Saclay, traverse la ZPNAF selon un axe globalement parallèle à la D36 et situé à environ un kilomètre au nord de celle-ci ; au-delà de la gare Saint-Quentin Est, il amorce une grande boucle afin de récupérer un tracé droit lui permettant de franchir en souterrain les étangs de la Minière ;

Scénario 2 – D36 hors Châteaufort (en **vert** sur le schéma ci-contre) : ce scénario suit le tracé de la D36, au nord de celle-ci, le long de la ZPNAF à l'exception du secteur de Châteaufort où le choix d'un itinéraire plus direct est effectué. Plusieurs modalités d'insertion sont examinées entre le carrefour du Christ de Saclay et Magny-les-Hameaux :

- Scénario 2.1 : insertion majoritairement en **viaduc** ;
- Scénario 2.2 : insertion majoritairement **souterraine**, réalisée en **tranchée couverte** ;
- Scénario 2.3 : insertion majoritairement **souterraine**, réalisée au **tunnelier**.

Scénario 3 – D36 aérien (en **orange** sur le schéma ci-contre) : ce tracé entièrement aérien en viaduc suit celui de la D36 sur l'ensemble de son linéaire.

Les scénarios 2.1 et 3 repassent en souterrain au niveau du Golf National à Magny-les-Hameaux.



Variantes de tracé étudiées entre le CEA et Saint-Quentin-en-Yvelines

4.6.1.2 Analyse des variantes

Critères		Scénario 1	Scénario 2.1	Scénario 2.2	Scénario 2.3	Scénario 3
Caractéristiques techniques		Souterrain nord	D36 hors Châteaufort Aérien	D36 hors Châteaufort Tranchée	D36 hors Châteaufort Tunnelier	D36 Aérien
Fonctionnalités	Temps de parcours	-	+	+	+	-
	Distance annuelle parcourue	-	+	+	+	-
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	--	+	--	-	+
	Activités humaines et cadre de vie	++	+	++	++	--
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé / des gares	++	-	++	++	--
Durée des travaux		-	++	--	-	++
Coûts		-	++	--	-	++

pas une implantation des ouvrages répondant aux contraintes réglementaires. De surcroît, ces chemins étaient trop étroits pour accueillir une emprise chantier correspondant aux besoins (en moyenne de 1400 m²). Ce scénario présente en revanche de bonnes performances en termes de temps de parcours grâce à une longueur d'infrastructure réduite. Compte tenu de son caractère souterrain, la variante présente un coût d'investissement élevé (plus de 250 M€ supplémentaires par rapport aux variantes aériennes) et un délai de réalisation important. Le tracé souterrain s'accorde mal avec le schéma d'ensemble qui prévoit un tracé en viaduc.

Le **scénario 2.1 – D36 hors Châteaufort en aérien** présente un tracé compatible avec le périmètre de la ZPNAF dans laquelle un couloir de 35 mètres autorise son passage, ce qui lui permet de s'éloigner de Châteaufort. Le viaduc fait l'objet d'un travail d'insertion paysagère. Le tracé traverse ensuite en souterrain Magny-les-Hameaux et Voisins-le-Bretonneux pour atteindre la gare souterraine de Saint-Quentin Est. Du fait de son insertion aérienne, son coût d'investissement et ses délais de réalisation sont limités.

Les **scénarios 2.2 et 2.3 – D36 hors Châteaufort en souterrain** sont compatibles avec la ZPNAF qu'ils traversent sur une courte distance, mais s'accordent mal avec le schéma d'ensemble qui prévoit un tracé en viaduc. Compte tenu de leur caractère souterrain, ces variantes présentent un coût d'investissement élevé et un délai de réalisation important.

Ces désavantages de coût et de délai sont encore accentués pour la solution en tranchée couverte. Une réalisation en tranchée couverte entraîne, de surcroît, des travaux de voirie considérables sur un linéaire important qui perturbent durablement la circulation routière de la D36 par l'ampleur des chantiers. La tranchée couverte présente également un risque hydrologique important par l'effet de barrage que le tunnel constitue pour l'écoulement des eaux de pluie vers la vallée.

Le **scénario 3 – D36 aérien** qui suit totalement la D36 présente des impacts conséquents pour les habitants de Châteaufort, notamment en termes d'insertion paysagère. Du fait de son insertion aérienne, son coût d'investissement et ses délais de réalisation sont en revanche limités.

Les scénarios souterrains présentent, **selon les techniques constructives** un surcoût de 235 à 275 millions d'euros par rapport à la solution en viaduc.

Le **scénario 2.1 – D36 hors Châteaufort en aérien est retenu**, en raison de son coût maîtrisé, de sa compatibilité réglementaire avec la ZPNAF et de ses impacts limités sur son environnement.

4.6.2. Gare Saint-Quentin Est

Les variantes de gare présentées ici sont celles correspondant à un tracé direct entre Saint-Quentin Est et Satory (scénarios 3 et 4), retenu à l'issue de l'analyse des variantes de tracé.

Trois scénarios sont étudiés :

- **Scénario 3.1 – Thalès** (en **vert** sur le schéma ci-contre) : la gare est implantée sur les emprises anciennement occupées par Thalès, au sud de la place de Villaroy ;
- **Scénario 3.2 – Technocentre** (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : la gare se trouve sur la parcelle appartenant à Renault, à l'est de la place de Villaroy ;

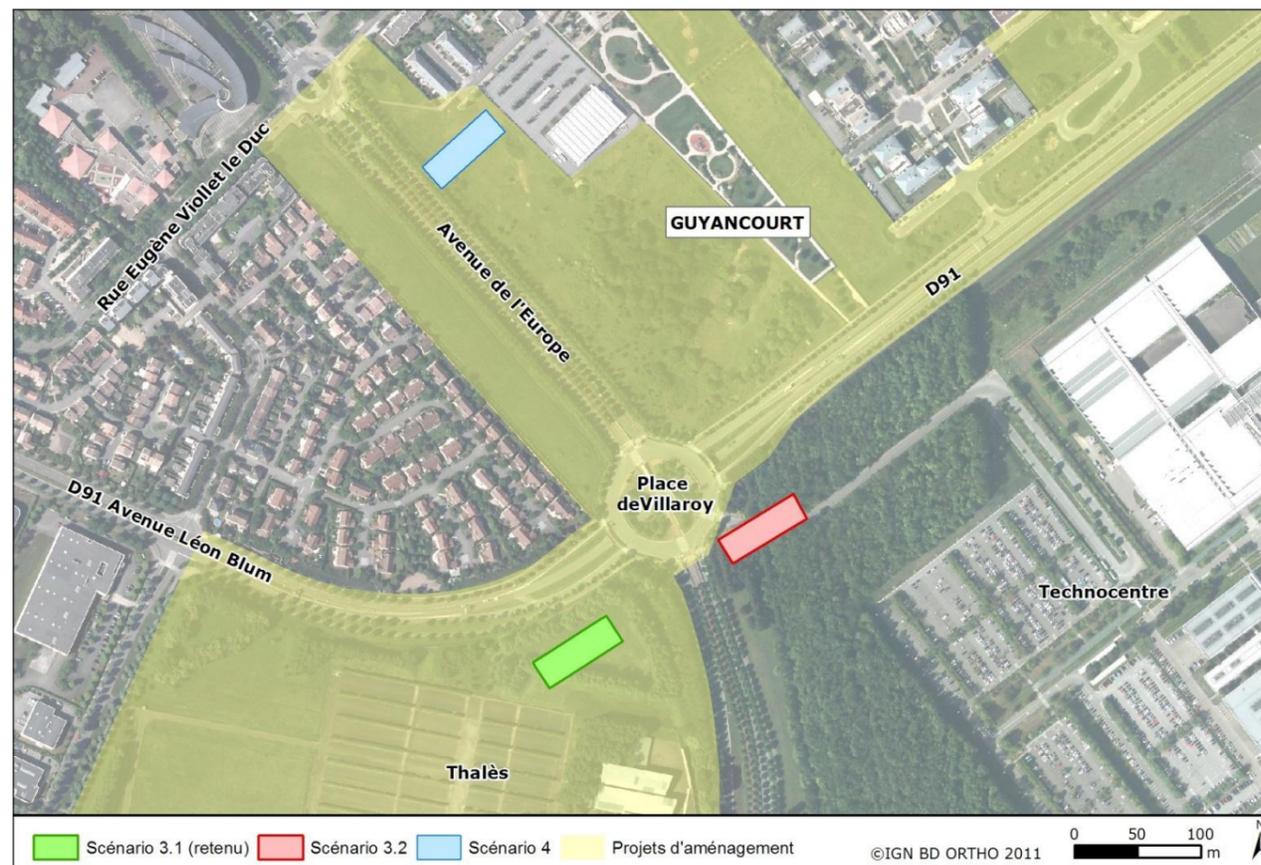
	Faune, flore et milieux naturels	Patrimoine et paysage
Scénario 1	Evite la consommation massive de milieux et impacts très limités sur la faune et la flore patrimoniale et protégée	Impact paysager plus faible
Scénario 2.1	Evitement du site Natura 2000. Impacts présents mais limités sur la faune et la flore patrimoniale et protégée	
Scénario 2.2	Evite la consommation massive de milieux et impacts très limités sur la faune et la flore patrimoniale et protégée	Impact temporaire
Scénario 2.3	Evite la consommation massive de milieux et impacts très limités sur la faune et la flore patrimoniale et protégée	Impact paysager plus faible
Scénario 3	Emprise du tracé prévu à proximité immédiate du site Natura 2000 "Forêt de Rambouillet et zones humides associées" Rupture fort dans les continuités et impact significatif sur la faune et la flore protégée	Intégrité espace agricole mais plus proche village

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Analyse multicritère des variantes de tracé entre le CEA et le nord de la gare Saint-Quentin-Est

Le **scénario 1 – souterrain nord** est incompatible avec le périmètre actuel de la ZPNAF. En effet, le tunnel nécessite des ouvrages de sécurité (ventilation et accès pompier) tous les 800 mètres maximum. Les études ont montré que les chemins d'accès aux parcelles agricoles ne permettaient

- **Scénario 4 – Villaroy** (en **bleu** sur le schéma ci-contre) : la gare est située plus à l'ouest, perpendiculairement à l'avenue de l'Europe conformément au tracé direct vers Satory.



Variantes étudiées pour la gare de Saint-Quentin Est

Critère	Scénario 3.1 – Thalès	Scénario 3.2 – Technocentre	Scénario 4 – Villaroy
1. Critères de fonctionnalités			
1.1 Tracé et exploitation du réseau	++	++	++
1.2 Efficacité de la gare	++	+	++
1.3 Connectivité de la gare	++	+	+
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	++	+	-
2. Critères techniques et environnementaux	++	-	+
3. Critères de coûts	+	+	+
4. Critères de délais	+	+	+

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Analyse multicritère des variantes de gare de Saint-Quentin Est

Le **scénario 3.1 – Thalès** présente un bilan satisfaisant au regard de l'ensemble des critères : la gare est facilement accessible par l'avenue Léon Blum (D91) et l'avenue de l'Europe et permet une intermodalité efficace, tout en assurant une desserte large du territoire. En effet, son implantation et sa configuration (décrite dans la pièce D4) permettent de desservir à la fois le Technocentre de Renault, le quartier de Villaroy, notamment en cas d'évolution de la route D91 en boulevard urbain, et le projet du futur quartier qui doit être développé sur la parcelle de Thalès. L'espace disponible permet de faire de la gare Saint-Quentin Est un pôle multimodal.

Le **scénario 3.2 – Technocentre** présente une implantation très similaire, mais à l'est de l'avenue de l'Europe. Elle s'insère dans une zone boisée, ce qui est moins favorable d'un point de vue environnemental et rend par ailleurs la gare peu visible depuis les voiries principales.

Le **scénario 4 – Villaroy** est davantage axée sur la desserte du quartier de Villaroy. Elle répond de façon moins optimale à l'objectif de l'acte motivé de desserte du Technocentre Renault. Elle rend moins attractif le futur quartier développé sur la parcelle de Thalès et ne permet pas l'implantation d'un pôle multimodal. Son accès est par ailleurs contrarié par la voie centrale du Transport en Commun en Site Propre sur l'avenue de l'Europe.

La variante de gare Saint-Quentin Est **3.1 – Thalès est privilégiée** en raison de son implantation, qui assure à la fois une desserte efficace du secteur tant pour les activités (Technocentre Renault notamment) que pour les populations, et une intermodalité optimale : rabattements en bus, voiture, modes doux.

4.7. De Saint-Quentin Est à Satory

4.7.1. Tracé

4.7.1.1 Présentation des variantes de tracé étudiées

L'acte motivé indique qu'« à partir de Saint-Quentin Est, deux variantes de tracé sont proposées pour rejoindre Versailles Chantiers :

- le tracé de référence partirait en viaduc vers l'ouest avec une gare supplémentaire « Saint-Quentin Université » pour gagner ensuite Satory et Versailles Chantiers ;
- la seconde hypothèse de tracé gagnerait directement la gare Satory sans gare intermédiaire, puis Versailles Chantiers. »

Ce chapitre présente donc les différentes variantes étudiées, par Saint-Quentin Université ou directes, avec différentes insertions : tunnel (réalisé au tunnelier ou en tranchée) ou viaduc. Ces différentes options de desserte, d'insertion et de méthodes constructives ont été à l'origine de l'étude de nombreuses variantes sur ce secteur.

Deux familles de scénarios sont étudiées : les scénarios par Saint-Quentin Université (scénarios 1 et 2) et les scénarios directs (scénarios 3 et 4).

Scénario 1 – Desserte de Saint-Quentin Université par un tracé empruntant l'avenue de l'Europe (en **orange** sur le schéma ci-contre) : le tracé suit l'avenue de l'Europe puis l'avenue des

Garenes. Il traverse ensuite en souterrain la forêt de Versailles et le champ de manœuvre de Satory. La gare Saint-Quentin Est est implantée à proximité du lycée de Villaroy. La gare Saint-Quentin Université est implantée à proximité du rond-point des Sangliers.

Entre le Golf National et la gare Saint-Quentin Université, deux options sont examinées :

- **Scénario 1.1 – Insertion en viaduc ;**
- **Scénario 1.2 – Insertion souterraine** (réalisée en tranchée couverte) ;

Les deux scénarios sont souterrains entre Saint-Quentin Université et Satory.

Scénario 2 – Desserte de Saint-Quentin Université par un souterrain réalisé au tunnelier

(en **rouge** sur le schéma ci-contre) : la gare Saint-Quentin Est se trouve à proximité de la place de Villaroy, tandis que la gare Saint-Quentin Université est localisée au niveau du rond-point des Saules (Guyancourt). Le tracé rejoint le quartier de Satory en passant sous le champ de manœuvre ;

Scénario 3 – Tracé direct souterrain et gare Thalès ou Technocentre (en **vert** sur le schéma ci-contre) :

le tracé souterrain depuis le Golf National atteint la gare Saint-Quentin Est située à proximité de la place de Villaroy (deux options) et dessert le Technocentre Renault, le quartier de Villaroy et le futur quartier qui sera développé sur le terrain de Thalès. Le plan général des travaux correspondant au tracé retenu a été élargi par rapport à la largeur standard pour deux raisons : études d'approfondissement de la connaissance du sous-sol en cours ainsi que perspectives de développements urbains insuffisamment précises à ce jour. En effet, en l'état actuel des études, ces projets d'aménagement, qui ne dépendent pas de la SGP ne sont pas finalisés.

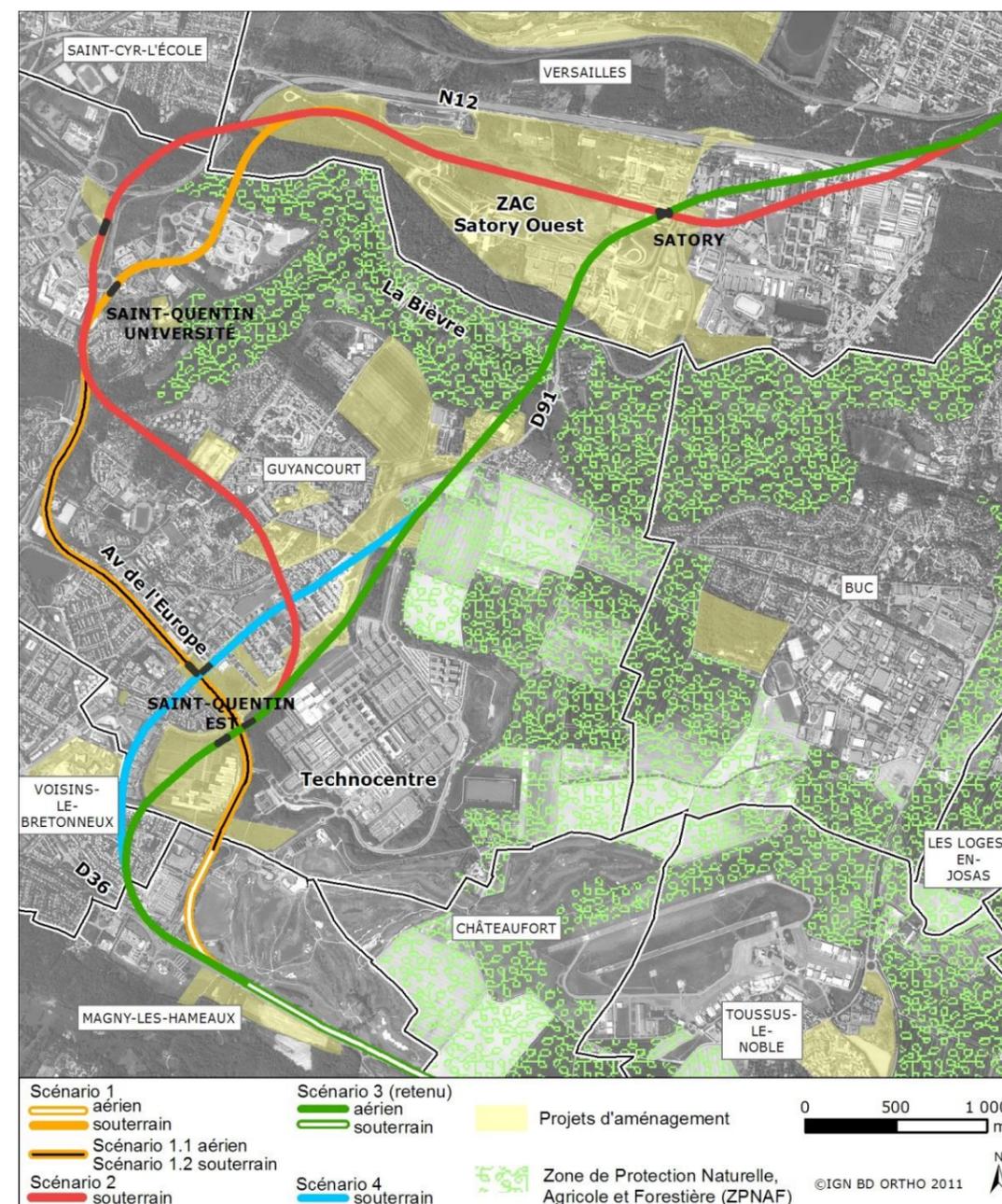
Cette disposition vise à préserver la possibilité d'une adaptation conjointe du tracé et du profil en long souterrains de la ligne dans le cadre des études de maîtrise d'œuvre.

Le tracé rejoint ensuite directement Satory en souterrain en suivant approximativement la D91 sans passer par Saint-Quentin Université ;

Scénario 4 – Tracé direct souterrain et gare Villaroy (en **bleu** sur le schéma ci-contre) :

ce tracé est également direct entre Saint-Quentin Est et Satory ; il dessert Saint-Quentin Est par une gare implantée à proximité du lycée Villaroy (voir zoom sur les gares Saint-Quentin Est en pages suivantes).

Pour le tracé direct, une insertion aérienne en viaduc a été envisagée mais écartée en raison des impacts sur les étangs de la Minière et parce qu'il s'est avéré techniquement impossible de raccorder un viaduc à la gare souterraine de Satory (où l'insertion en souterrain est imposée par la nécessité de rejoindre en souterrain la gare Versailles Chantiers en passant en souterrain sous la forêt de Versailles).



Variantes étudiées entre Saint-Quentin Est et Satory

4.7.1.2 Analyse des variantes

Critères		Scénario 1	Scénario 2 / Option 2.1	Scénario 2 / Option 2.2	Scénario 3	Scénario 4
Caractéristiques techniques		SQU tunnelier	SQU aérien	SQU tranchée	Direct gare Thalès	Direct gare Villaroy
Fonctionnalités	Temps de parcours	--	--	--	+	+
	Distance annuelle parcourue	--	--	--	+	+
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	+	--	--	++	++
	Activités humaines et cadre de vie	++	-	++	++	++
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé / des gares	++	6	++	++	++
Durée des travaux		--	-	--	+	+
Coûts		--	-	--	+	+

Les solutions en viaduc (2.2) et tranchée (2.1) présentent en outre des impacts significatifs sur l'environnement naturel du tracé (vallée de la Bièvre, terrains pollués à l'ouest de Satory, risque de présence de carrières).

A l'inverse, les **scénarios directs (scénarios 3 et 4)** assurent une desserte plus limitée de Saint-Quentin-en-Yvelines, avec une unique gare dans l'est de l'agglomération. Les caractéristiques techniques de ces deux options sont néanmoins attractives : peu d'impacts sur l'environnement, coûts et délais limités.

Les **scénarios de tracé directs (scénarios 3 et 4) sont privilégiés**, en raison de leur coût d'investissement maîtrisé et de leurs avantages en termes d'insertion urbaine de l'infrastructure.

La desserte de Saint-Quentin Université (scénarios 1 et 2) est donc écartée.

La seule analyse des tracés ne permet pas de choisir entre les scénarios 3 et 4.

4.7.2. Gare Satory

Le choix d'un tracé direct entre Saint-Quentin Est et Versailles conduit à une unique position de gare à Satory.

Implantée au sud-ouest du carrefour entre la route de la Minière et l'avenue de Gribeauval, elle s'insère dans la ZAC de Satory Ouest. Située au centre du plateau de Satory, elle permet de desservir la zone déjà urbanisée à l'Est et la zone future d'urbanisation qui doit se développer tout autour de la gare et à l'Ouest, sur le champ de manœuvre et les pistes d'essais.

	Faune, flore et milieux naturels	Patrimoine et paysage
Scénario 1	Pas d'enjeu majeur	Pas d'enjeu majeur
Scénario 2.1	Pas d'enjeu majeur	Pas d'enjeu majeur
Scénario 2.2	Pas d'enjeu majeur	Pas d'enjeu majeur
Scénario 3	Pas d'enjeu majeur	Pas d'enjeu majeur
Scénario 4	Pas d'enjeu majeur	Pas d'enjeu majeur

Evaluation multicritère de la gare de Satory

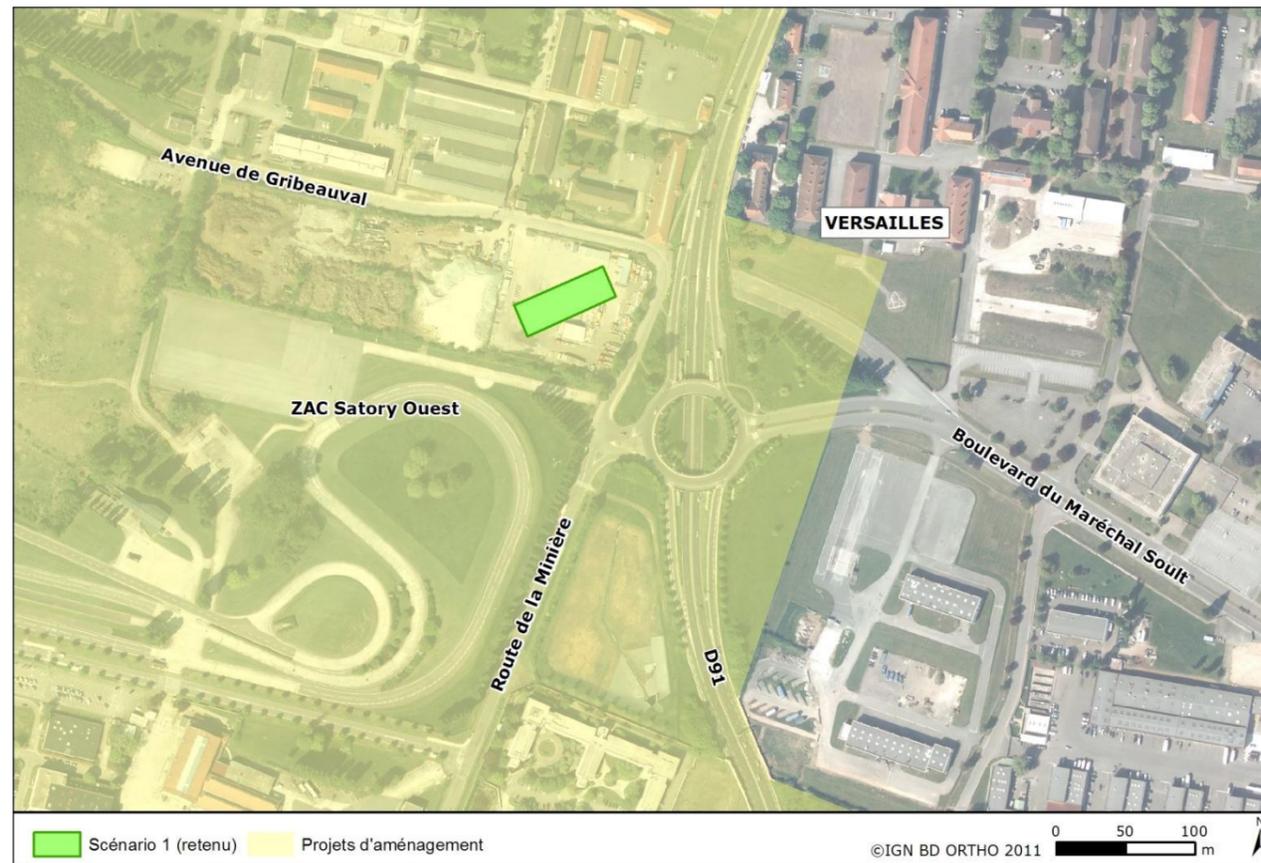
Critère	Gare de Satory
1. Critères de fonctionnalités	
1.1 Tracé et exploitation du réseau	++
1.2 Efficacité de la gare	++
1.3 Connectivité de la gare	++
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	++
2. Critères techniques et environnementaux	
	+
3. Critères de coûts	
	++
4. Critères de délais	
	+

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Analyse multicritère des variantes de tracé entre Saint-Quentin Est et Satory

Les **scénarios desservant Saint-Quentin Université (scénarios 1, 2.1 et 2.2)**, bien que permettant l'implantation de deux gares à Saint-Quentin-en-Yvelines, présentent de nombreuses contraintes : coûts d'investissement élevés (surcoût de 235 M€ pour un tracé au tunnelier par rapport aux scénarios 3 et 4), délai de réalisation important. En contrepartie, ces variantes permettent notamment de se rapprocher d'importantes zones d'activités et d'établissements d'enseignement supérieur.

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------



Position de gare retenue à Satory

La **gare de Satory** est **très satisfaisante**, en particulier en termes de fonctionnalités (desserte, intermodalité, accessibilité) et de coût d'investissement

4.8. De Satory à Versailles Chantiers

4.8.1. Tracé

De Satory à Versailles Chantiers, le tracé du projet est souterrain. En effet, le dénivelé à franchir entre les deux secteurs, la présence de la forêt de Versailles ainsi que la densité du quartier des Chantiers interdit tout scénario en viaduc.

Entre le plateau de Satory et la gare Versailles Chantiers, un ouvrage annexe (accès pompier et ventilation) est nécessaire. Il est implanté sur une aire de pique-nique accessible depuis la rampe Saint-Martin (D938). Cette implantation conditionne le tracé.

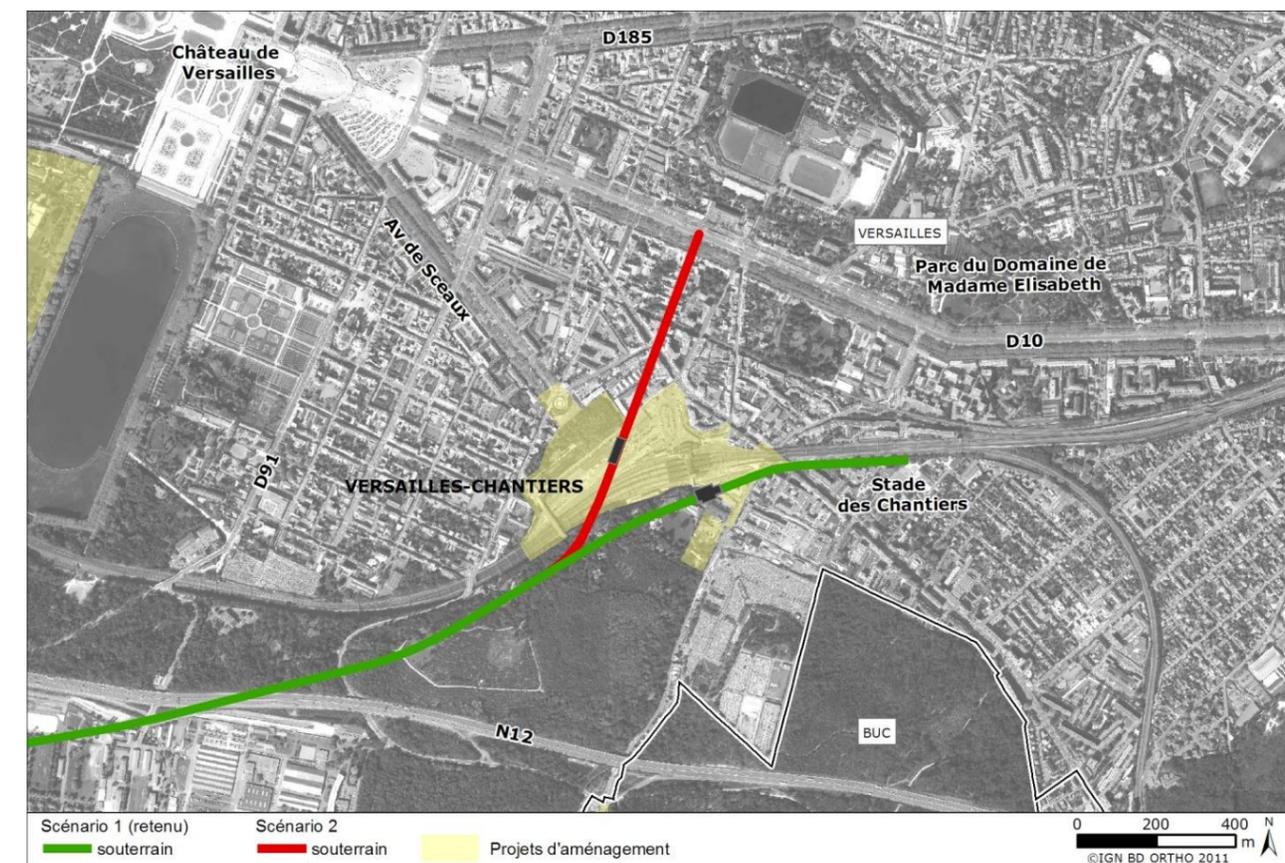
Aucune variante majeure de tracé n'existe entre Satory et Versailles Chantiers. Au-delà de Versailles Chantiers, les différences de tracé sont liées au positionnement de l'arrière-gare dont la localisation est conditionnée par le choix du site de la gare Versailles Chantiers.

De nombreuses variantes de localisation de la gare ont été étudiées au nord du faisceau ferré. La plupart d'entre elles ont été écartées par suite de difficultés d'insertion par rapport au bâtiment voyageurs existant et à sa rampe d'accès. Une seule localisation qui présentait une possibilité d'insertion intéressante a été retenue.

Deux variantes de localisation de gare Versailles Chantiers sont envisagées pour Versailles Chantiers :

- **Scénario 1 – Porte de Buc** (en **vert** sur les schémas ci-contre) : la gare est située au sud du faisceau ferroviaire, sous des emprises occupées par un centre culturel, le Centre Huit ;
- **Scénario 2 – Gare routière** (en **rouge** sur les schémas ci-contre) : la gare est implantée au nord du faisceau ferroviaire, sous les emprises en cours d'aménagement qui accueilleront la future gare routière de ce pôle multimodal.

Le **tracé du tunnel** s'adapte légèrement en fonction de chaque implantation de gare, sans incidence significative sur ses caractéristiques ou son coût. La position de l'arrière-gare et le point de sortie du tunnelier se décalent également.



Variante de tracé étudiées entre Satory et Versailles Chantiers

Critères		Scénario 1	Scénario 2
Caractéristiques techniques		Avec gare Porte de Buc	Avec gare Nord
Fonctionnalités	Temps de parcours	+	+
	Distance annuelle parcourue	+	+
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	+	-
	Activités humaines et cadre de vie	+	+
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé	+	+
Durée des travaux		+	+
Coûts		+	+

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Le **scénario 1 – Porte de Buc** est satisfaisant pour l'ensemble des critères considérés.

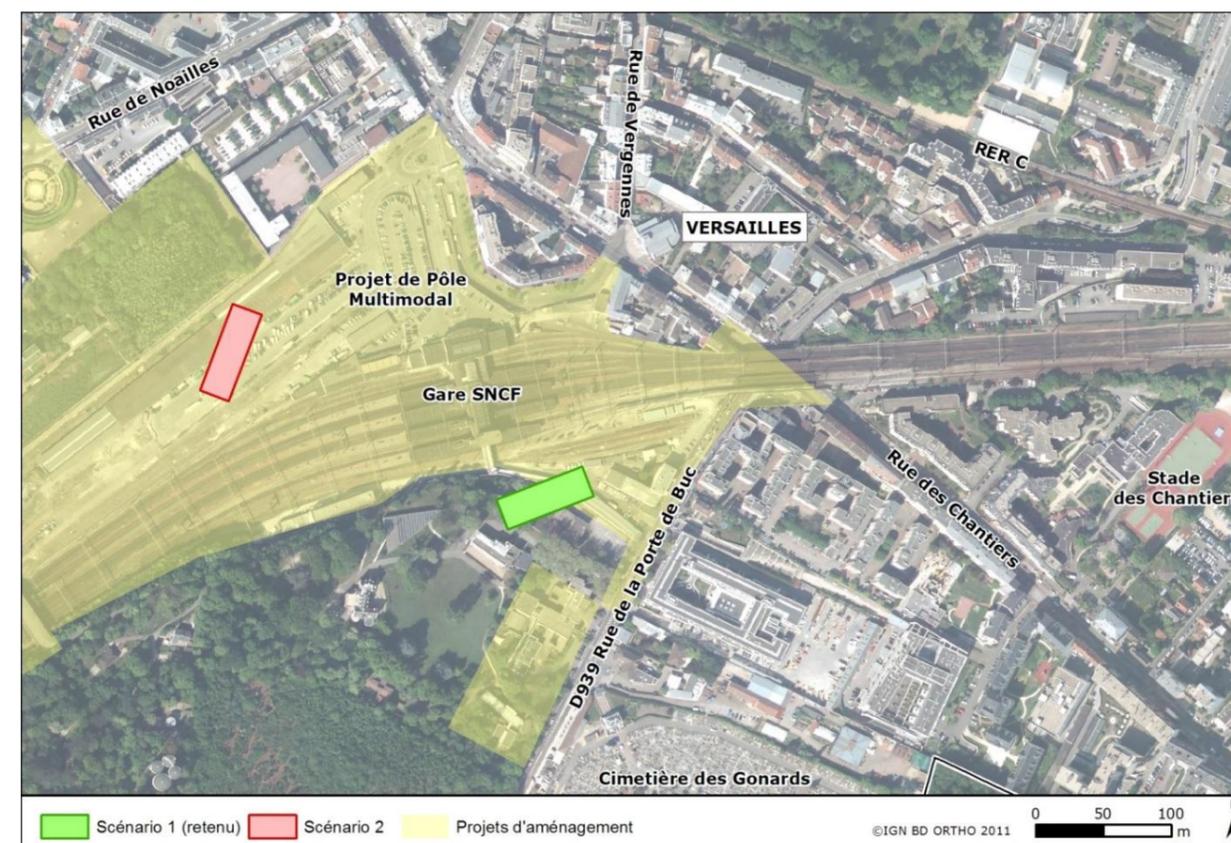
Le **scénario 2 – Gare routière** est satisfaisant du point de vue des fonctionnalités, de la durée et du coût des travaux. En revanche, il nécessite une sortie du tunnelier dans la zone historique de Versailles.

Les deux positionnements de gare Versailles Chantiers sont équivalents sur l'ensemble des critères, à l'exception du critère environnemental. **Le scénario 1 – Porte de Buc est privilégié** en raison du moindre impact du puits de sortie du tunnelier, dans le stade des Chantiers.

4.8.2. Gare Versailles Chantiers

Le **scénario 1 – Porte de Buc** permet une très bonne correspondance avec le réseau ferroviaire. Il complète une requalification, déjà engagée par la SNCF, et éventuellement développée par la ville, de l'accès à la gare par la porte de Buc. Il est satisfaisant du point de vue de sa faisabilité technique (contraintes, coûts, délais), malgré les difficultés liées à la configuration du terrain en dénivelé.

Le **scénario 2 – Gare routière** est satisfaisant du point de vue des fonctionnalités de la gare. En revanche, le calendrier du projet de ligne 18 n'est pas compatible avec les aménagements programmés avant 2020 sur le pôle multimodal (implantation d'une nouvelle passerelle d'accès aux quais, aménagement de la gare routière, programme immobilier avec parking souterrain).



Variantes étudiées pour la gare de Versailles Chantiers

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

	Faune, flore et milieux naturels	Patrimoine et paysage
Scénario 1	Pas d'enjeu majeur	Destruction centre 8
Scénario 2	Pas d'enjeu majeur	Secteur en mutation et perspective peu probable

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Analyse multicritère des variantes de gare de Versailles Chantiers

Le **scénario 1 – Porte de Buc** permet une très bonne correspondance avec le réseau ferroviaire. Il complète une requalification, déjà engagée par la SNCF, et éventuellement développée par la ville, de l'accès à la gare par la porte de Buc. Il est satisfaisant du point de vue de sa faisabilité technique (contraintes, coûts, délais), malgré les difficultés liées à la configuration du terrain en dénivelé.

Le **scénario 2 – Gare routière** est satisfaisant du point de vue des fonctionnalités de la gare. En revanche, le calendrier du projet de ligne 18 n'est pas compatible avec les aménagements programmés avant 2020 sur le pôle multimodal (implantation d'une nouvelle passerelle d'accès aux quais, aménagement de la gare routière, programme immobilier avec parking souterrain).

Le **scénario 1 – Porte de Buc est privilégié** en raison de sa compatibilité avec les projets connexes et d'une bonne correspondance avec le réseau SNCF.

5. Scénarios de localisation des puits de départ tunnelier

Du fait des nuisances potentielles liées à leur fonctionnement, les puits de départ des tunneliers représentent des ouvrages sensibles :

- Création d'une boîte souterraine pour installer le tunnelier ;
- Apport de voussoirs pour la construction du tunnel ;
- Evacuation, tri, gestion et évacuation des déblais issus du creusement du tunnelier ;
- Un fonctionnement du tunnelier 24h/24. Sur ce point, il convient de préciser, que si le tunnelier fonctionne sur de longues périodes, il n'est pas prévu d'activités importantes du chantier au niveau du puits de départ la nuit.

Le planning fixé par le Gouvernement pour la mise en service de la Ligne 18 nécessite d'engager le creusement du tunnel à partir de plusieurs points. Les vitesses de creusement d'un tunnelier sont d'environ :

- De 10 à 12 mètres par jour dans des terrains de bonne qualité ;
- De 8 à 10 mètres par jour dans des terrains sensibles.

Le plan d'organisation des tunneliers permet de s'assurer de l'avancement dans les délais du creusement du tunnel.

De plus, au-delà de 10 kilomètres de creusement, le tunnelier nécessite de lourdes opérations d'entretien, notamment le changement de la roue de coupe et des outils de coupe. Ces actions en souterrain sont difficiles, et longues. La rentabilité du tunnelier n'est plus alors assurée.

Le choix des sites d'implantation des puits de départ s'est appuyé sur plusieurs critères :

- Les implantations sont à privilégier sur des parcelles publiques ;
- Les sites doivent permettre d'assurer une évacuation des déblais et l'apport de matériaux sans entraîner de nuisances trop fortes pour les riverains ;

- Les sites situés à proximité de la voie d'eau ou de lignes ferrées sont privilégiés pour limiter le recours à la circulation de camions, dans le respect des orientations retenues par la Société du Grand Paris pour la gestion des déblais liés au projet.

A contrario, les puits de sortie de tunnelier ne représentent pas d'enjeu sensible. En fin de creusement, les tunneliers sont démontés en fond de boîte et évacués sur quelques camions.

Raisons ayant conduit au choix de localisation des puits de départ de tunnelier

Puits de départ de tunnelier	Ouvrage de sortie du tunnelier	Raisons ayant conduit au choix retenu
OA 8	OA 1 OA 14	<ul style="list-style-type: none"> - espace libre de toute construction et disponible pour - Proximité d'axes routiers structurants : RD 920, A10, A6 - Proximité projet d'aménagement de Massy pour réutilisation des terres
Gare Satory	OA 15 OA 24	<ul style="list-style-type: none"> - friche industrielle non utilisée - proximité d'axes routiers structurants : RD 91, N12, A86 - entrée du tunnelier dans l'espace foncier d'implantation de la future gare GPE Satory - puits de sortie des tunneliers dans un espace public

6. Scénarios de localisation des ouvrages annexes

Ces ouvrages, situés en dehors des gares et des tunnels et composés d'un puits vertical depuis la surface du sol, sont nécessaires à l'exploitation, et assurent une ou plusieurs des fonctions telles que décrites plus à l'amont de ce document.

Les accès de secours doivent permettre une intervention rapide et efficace des pompiers et services de secours, en n'importe quel endroit, en cas de sinistre. Pour les tunnels, des puits d'accès de secours sont disposés avec un intervalle maximum de 800 mètres, et à moins de 800 mètres d'une gare, conformément à l'arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport publics guidés urbains de personnes.

ARRÊTE
Arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes.
NOR: EQU0501537A Version consolidée au 02 mars 2015
Le ministre d'Etat, ministre de l'intérieur et de l'aménagement du territoire, et le ministre des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer,
Vu la loi n° 82-1153 du 30 décembre 1982 modifiée d'orientation des transports intérieurs, et notamment ses articles 9 et 13-1 ;
Vu le décret n° 2003-425 du 9 mai 2003 relatif à la sécurité des transports publics guidés, notamment ses articles 19, 44, 45, 49, 51 et 70 ;
Vu l'arrêté du 20 février 1983 portant approbation des règles de sécurité applicables aux locaux accessibles au public, situés sur le domaine du chemin de fer et rigoureusement indispensables à l'exploitation de celui-ci ;
Vu l'arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement ;
Vu l'arrêté du 22 mars 2004 relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages,

Extrait de l'arrêté du 22 novembre 2005 (Source : Legifrance)

Pour définir les sites d'implantation des ouvrages annexes, plusieurs critères ont été pris en compte :

- La prise en compte des prescriptions de l'arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes, qui prévoient notamment que la distance entre deux puits de sécurité ne peut être supérieure à 800 mètres ;
- Les implantations sont à privilégier sur des parcelles publiques ;
- Les grilles de ventilation doivent être situées à plus de 8 mètres de façades avec ouvertures ;
- Les ouvrages de sécurité doivent pouvoir être facilement accessibles aux engins des secours ;
- La distance entre l'ouvrage de sécurité et le tunnel doit être réduite pour faciliter l'accès des secours et maîtriser les coûts de construction des ouvrages ;
- Des phases de négociation ont été mises en place avec les collectivités concernées sur le choix des sites à privilégier : éloignement des écoles, maintien des espaces verts et naturels, maintien des circulations en phase travaux...

7. Choix du matériel roulant

7.1. Matériels roulants envisagés

L'acte motivé a défini les grandes caractéristiques du matériel roulant sur la ligne 18 : il s'agit d'un **méto automatique à capacité adaptée** aux prévisions de trafic sur cette ligne.

L'acte motivé donne également un objectif d'intervalle de passage de l'ordre de 2 minutes 30 en heure de pointe (soit 24 passages de train par heure et par sens), ainsi qu'un objectif de vitesse commerciale de 65 km/h nécessitant une vitesse maximale de pointe d'au moins 100 km/h.

Les prévisions de trafic donnent une charge maximale d'environ 6 000 personnes/heure/sens sur la ligne 18 entre Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers en 2030.

La ligne a vocation à être prolongée ultérieurement à Nanterre La Folie. La charge maximale sera alors d'environ 12 000 personnes/heure/sens. Le matériel choisi doit préserver cette possibilité d'évolution future.

Afin d'offrir les meilleures conditions de transport aux voyageurs, les critères retenus pour comparer les différents types de matériel roulant sont les suivants :

L'offre de service

- respect de l'objectif d'intervalle de passage de l'ordre de 2 minutes 30 à 3 minutes selon le type de matériel roulant, en tenant compte de la demande de transport et de la capacité des trains sur la base de 4 voyageurs debout/m² et 20% de places assises ;
- aménagement intérieur des voitures : nombre de sièges et largeur du couloir central ;
- temps de parcours.

L'évolutivité

- prise en compte d'une hausse potentielle de trafic de 30% sur la ligne Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers ;
- réponse aux besoins de déplacement lors du prolongement ultérieur de la ligne à Nanterre La Folie ;
- capacité maximale atteignable sur la ligne.

Les coûts

- coûts d'investissement en matériel roulant ;
- impact du choix du matériel roulant sur les coûts des systèmes et de l'infrastructure (notamment, impact sur le diamètre du tunnel et les dimensions des gares) ;
- coûts de fonctionnement de la ligne Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers sur 20 ans (exploitation, énergie, maintenance).

Les risques

- respect des objectifs de mise en service (2024 puis 2030) ;
- respect des seuils de tolérance acoustiques, électromagnétiques et vibratoires ;
- maturité technologique des systèmes.

L'impact visuel en aérien

- impact visuel de la caténaire ;
- impact foncier de l'alimentation électrique.

De nombreux matériels roulants de méto automatique existent sur le marché. Les différences entre méto automatiques concernent notamment :

- la dimension et la capacité des voitures et des trains : largeur, longueur, composition des trains, nombre de voyageurs ;
- le roulement sur pneu ou sur fer, ainsi que le mode de guidage pour les véhicules sur pneu (rails latéraux ou rail central, présence ou non de voies-fer, galets de guidage) ;
- l'alimentation par troisième rail ou par caténaire. Le choix de la tension (750 ou 1500 V) est maintenu ouvert pour favoriser la concurrence dans les phases ultérieures.

Trois familles de matériels sont comparées :

Famille 1 - matériels à roulement sur pneu : de largeur 2,50 m (1A) ou 2,70 m (1B) ;

Famille 2 - matériels à roulement sur fer : alimentés par troisième rail de largeur 2,50 m (2A) ou 2,70 m (2B), alimentés par caténaire (2C) ;

Famille 3 - matériels spécifiques : matériels sur pneus alternatifs à ceux de la famille 1 qui se différencient notamment par le mode de guidage (absence de voies-fer classiques servant au

passage d'aiguilles ou en cas de crevaison d'un pneu). Il s'agit de système propriétaires. L'analyse intègre l'exemple des véhicules CityVAL (3A), VAL 208 (3B), et Crystal Mover (3C).

A titre de comparaison :

Le métro parisien exploite, selon les lignes, un matériel de type 1A ou 2A. Le prolongement de la ligne 14 sera également exploité avec un matériel de type 1A, en cohérence avec la ligne 14 existante.

Les lignes 15, 16 et 17 du Grand Paris Express seront exploités avec un matériel de type 2C.

La liaison Orlyval est exploitée avec un matériel s'apparentant au type 3B.

7.2. Analyse multicritère des variantes de matériel roulant

L'analyse multicritère est présentée ci-après.

En matière **d'offre de service**, les matériels sur fer sont plus performants car ils atteignent des vitesses plus élevées qu'ils maintiennent sur de plus longues distances que les matériels sur pneu, dont la vitesse maximale est limitée à 80 km/h. Le VAL 208 est en outre handicapé par un niveau de confort faible dû à son gabarit étroit (2,08 m de large), ce qui n'est pas le cas du Cristal Mover qui propose un gabarit de 2,69 m.

En matière d'**évolutivité**, tous les matériels peuvent répondre à l'évolution de la demande lors du prolongement de la ligne à Nanterre La Folie, c'est la raison pour laquelle ils sont tous notés positivement.

Les métros sur pneus disposent de distance d'accélération et de décélération plus courtes ce qui permet un intervalle de passage réduit entre les rames et permet donc d'augmenter l'offre. Cet avantage est encore accru dans le cas de gabarit large. Toutefois, leur vitesse de pointe est limitée par rapport au matériel à roulement fer. Le matériel du scénario 1B, parce que plus large que celui du 1A est donc mieux noté que le 1A.

Les matériels sur roulement fer ont des vitesses de pointe plus élevées que les matériels sur pneus. Or, les intergares de la ligne sont longues, ce qui avantage le matériel fer qui peuvent développer pleinement leur vitesse. Les matériels de gabarit large (scénarios 2B et 2C) ont donc un léger avantage par rapport au scénario 2A.

Le Cityval et le Crystal Mover sont handicapés par une vitesse de pointe limitée à 80 km/h mais ils proposent un gabarit large. Ils sont donc mieux notés que le Val qui propose une vitesse limitée et une capacité réduite qui ne peut être compensée que par un intervalle faible qui fragilise l'exploitation.

En matière de **coûts**, les matériels sur pneu cumulent des coûts d'investissement en infrastructure et des coûts de fonctionnement élevés, notamment en termes de consommation d'énergie.

Les matériels à grand gabarit engendrent également des coûts, tant sur le matériel en lui-même que sur le génie civil (besoin d'un tunnel, d'un viaduc et de gares plus larges).

Le gabarit réduit du VAL 208 diminue le coût d'investissement de l'infrastructure mais son coût de fonctionnement est élevé.

Les risques, notamment industriels, sont plus élevés pour les systèmes propriétaires que pour les métros classiques, notamment les métros sur roulement fer dont l'usage est très répandu dans le monde.

L'impact visuel de la caténaire est fort sur les sections aériennes en viaduc.

L'alimentation en 750 volts mobilise davantage de foncier (multiplication du nombre de postes de redressement) que l'alimentation en 1500 volts. Les développements nécessaires pour rendre compatible un matériel sur pneu avec une alimentation par 3^{ème} rail en 1500 volts ont été jugés trop importants, notamment la mise au point d'un pneu compatible avec ce type d'alimentation. Pour les matériels sur pneus, seule une alimentation par 3^{ème} rail en 750 volts est donc envisagée.

Le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris prévoit que la vitesse maximale du matériel roulant sera supérieure à 100 km/h, et que la vitesse commerciale sera supérieure à 65 km/h.

Le scénario de métro automatique retenu est le **scénario 2A : un matériel à roulement fer, alimenté par troisième rail, d'une largeur de 2,50 m environ**. Ce matériel répond de façon plus satisfaisante aux caractéristiques de la ligne (grandes inter-gares avec vitesses de pointe à 100 km/h, passage en aérien) et à la qualité de service attendue (davantage de places assises, meilleure circulation intérieure dans les voitures). La ligne Aéroport d'Orly – Versailles Chantiers sera exploitée avec des trains de trois voitures d'une longueur d'environ 15 mètres chacune. La conception de la ligne 18, notamment les gares, permet une exploitation avec des trains de quatre voitures.

Très favorable ++	Favorable +	Défavorable -	Très défavorable --
----------------------	----------------	------------------	------------------------

Caractéristiques	1A	1B	2A	2B	2C	3A	3B	3C
	Méto pneu 2,50 m	Méto pneu 2,70 m	Méto fer 2,50 m	Méto fer 2,70 m	Méto fer caténaire	CityVAL	VAL208	Crystal Mover
Largeur	Environ 2,50 m	Environ 2,70 m	Environ 2,50 m	Environ 2,70 m	Environ 2,70 m	Environ 2,65 m	Environ 2,08 m	Environ 2,70 m
Longueur moyenne d'une voiture	15 m	15 m	15 m	15 m	15 m	11,2 m	13 m	11,75 m
Capacité d'un train de 60 m maximum (4 voy/m ²)	480 voyageurs	520 voyageurs	480 voyageurs	520 voyageurs	520 voyageurs	465 voyageurs	320 voyageurs	465 voyageurs
Roulement	Pneu, guidage par rails latéraux	Pneu, guidage par rails latéraux	Fer	Fer	Fer	Pneu, guidage par rail central	Pneu, guidage par rails latéraux	Pneu, guidage par rails latéraux
Alimentation électrique	Troisième rail	Troisième rail	Troisième rail	Troisième rail	Caténaire	Troisième rail	Troisième rail	Troisième rail
Tension	750 V	750 V	750 ou 1500 V	750 ou 1500 V	1500 V	750 V	750 V	750 V
Vitesse maximale	80 km/h	80 km/h	100 km/h	100 km/h	100 km/h	80 km/h	70 km/h	80 km/h

Critères d'analyse	1A	1B	2A	2B	2C	3A	3B	3C
Offre de service	+	+	++	++	++	+	-	-
Evolutivité	++	++	+	++	++	++	+	+
Coûts	-	--	+	-	-	--	+	--
Risques	+	+	++ (750 V)	++ (1 500 V)	++ (750 V)	++ (1 500 V)	+	+
Impact visuel	+	+	+	++ (750 V)	++ (1 500 V)	++ (750 V)	++ (1 500 V)	--
Compatibilité avec le schéma d'ensemble*	-	-	+	+	+	+	-	--

III. Analyse des impacts et présentation des mesures associées

1. Milieu physique

1.1. Climat

1.1.1. Rappel des enjeux liés au climat

Dans ce chapitre, seuls sont traités et pris en compte les impacts induits par le projet sur les aspects météorologiques. Pour rappel, aujourd'hui le contexte climatique de la région Ile-de-France ne constitue pas un enjeu.

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, notamment :

- Chapitre 8.3 « Gaz à effet de serre » de la présente partie « Analyse des impacts et présentation des mesures » ;
- Chapitre 2.12.3 « Gaz à effet de serre » de la partie « Evaluation des impacts et des mesures à l'échelle du Programme (Grand Paris Express) » ;
- Chapitre 4 « Coûts des émissions de gaz à effet de serre » de la partie « Analyse des coûts collectifs induits par le projet » ;

1.1.2. Impacts et mesures en phase chantier

Le projet de la Ligne 18 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 susceptible de faire varier de façon perceptible les températures extérieures sur un secteur donné.

Le projet a un impact nul sur l'évolution des précipitations et des températures. En conséquence, aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

1.1.3. Impacts et mesures en phase d'exploitation

Les impacts se définissent par rapport aux grandeurs mesurées par les stations météorologiques explicités dans l'Etat Initial (pièce G.1).

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

Les émergences de grande taille, en particulier certaines gares, seront susceptibles de modifier localement la circulation des vents sur une hauteur dépendant de celle de l'émergence. Lorsque la Ligne 18 passe en partie aérienne (sur environ 14 km entre Palaiseau et Magny-les-Hameaux), le viaduc (tablier et ses piliers) est susceptible de modifier localement la circulation des vents sur une hauteur dépendant de celle du viaduc surmonté des rames de métro.

L'impact restera localisé autour de l'émergence et dépendra intégralement de la configuration du bâti autour de cette dernière :

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

Ces modifications seront très locales et non significatives à l'échelle du territoire sur lequel s'implante le projet. L'impact est nul.

Le Site Instrumental de Recherche par Télédétection Atmosphérique (SIRTA) situé au nord de l'Ecole Polytechnique sur la commune de Palaiseau, est un observatoire météorologique dont l'environnement immédiat ne doit pas être perturbé. Ainsi, dans le cadre du travail de localisation du viaduc et du site de maintenance de la Ligne 18, la SGP a intégré les contraintes de hauteur et de distances imposées par le SIRTA. Ces contraintes ont été définies par le Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique (CEREA) par le biais de simulations numériques.

Ces simulations donnent les résultats suivants :

- distance équivalente à 10 fois la hauteur du bâtiment, la perturbation est atténuée d'un facteur 5 (soit 22%) ;
- distance équivalente à 20 fois la hauteur, la perturbation est atténuée d'un facteur 10 (soit 10%) ;
- distance de 30 fois la hauteur du bâtiment, la perturbation devient de l'ordre de 1%.

Ainsi pour ne pas introduire de perturbation « significative » dans les mesures en condition de vent secteur Est, le site de maintenance doit être positionné à une distance minimale de 300 m des points de mesure du SIRTA pour une hauteur d'environ 12 m.

La Société du Grand Paris a étudié la position du site de maintenance en prenant compte de ces contraintes. Aucun impact n'est attendu.

1.1.4. Synthèse des impacts et mesures concernant le climat

Aucun impact n'est identifié. Aucune mesure n'apparaît nécessaire en phase chantier ou en phase exploitation.

1.2. Relief

1.2.1. Rappel des enjeux liés au relief

Au sein du fuseau d'étude, l'altitude croit fortement de l'Est vers l'Ouest au niveau de la montée du Plateau de Saclay depuis le plateau de Palaiseau entre les gares Massy-Palaiseau et Palaiseau. La zone de passage préférentiel de la Ligne 18 croise des dénivelés entre les plateaux de Guyancourt et de Versailles à la limite de la vallée de la Bièvre et du Ru de Gally.

Les pentes maximales du terrain naturel observées sont de l'ordre de 7 à 8 % sur des linéaires réduits. L'enjeu est donc modéré.

La topographie naturelle des zones traversées par le projet ne constitue pas un enjeu environnemental en tant que tel mais constitue une contrainte technique pour les projets d'aménagement/infrastructure lorsque la pente du terrain naturel est importante :

- entre les gares Massy-Palaiseau et Palaiseau : (ouvrage en souterrain) ;
- entre les gares Palaiseau et Orsay-Gif : passage de la N118 (ouvrage en aérien) ;
- entre les gares Saint-Quentin Est et Satory : passage du (ouvrage en souterrain) ;
- entre les gares Satory et Versailles Chantiers : passage au niveau de Versailles (ouvrage en souterrain).

IMPACTS ET MESURES EN PHASE CHANTIER

• Prise en compte des pentes du terrain naturel

Les contraintes techniques pour le passage de la Ligne 18 liées au relief concernent principalement :

- l'implantation des ouvrages annexes et de leurs bases chantier situées dans les zones en forte pente identifiées ci-dessus :
 - o OA 13 et OA 14 sur la commune de Palaiseau au niveau du passage du plateau de Palaiseau au plateau de Saclay ;
 - o OA 20 et 21 sur la commune de Guyancourt au niveau du passage du plateau de Guyancourt au plateau de Versailles au niveau de la vallée de la Bièvre ;
 - o OA 23 à Versailles à la limite avec le Ru de Gally.

La réalisation des travaux de ces ouvrages annexes pourra nécessiter un terrassement local destiné à aplanir le terrain si besoin pour que les emprises chantiers y soient fonctionnelles. L'ampleur de cet impact sera directement liée à l'organisation des ouvrages annexes et des bases chantier qui sera affinée lors des études ultérieures en phase projet. Néanmoins, comme indiqué précédemment, les pentes maximales du terrain naturel sont de l'ordre de 7 à 8% sur des linéaires réduits. **L'impact lié au terrassement local de certaines emprises chantier peut donc être considéré comme négligeable;**

- le franchissement par le viaduc de la nationale N118 qui est en forte dénivelé par rapport au terrain naturel, en amont de la gare Orsay-Gif (dans le sens Orly – Versailles).

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Adaptation du profil en long du projet: dans sa conception, le profil en long du tunnel et de l'infrastructure ainsi que les méthodes constructives ont été adaptés pour être compatibles avec les variations de relief des secteurs de Palaiseau, Guyancourt, Orsay et Versailles.

La mise en œuvre de l'infrastructure se fera donc sans modification préalable des pentes dans ces secteurs. **A l'échelle du projet, l'impact est donc négligeable.**

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

A l'échelle de la Ligne 18, les quantités de déblais produits sont estimées à environ 2,3 millions de m³ dont près de 156 000 m³ pour la partie en aérien (après équilibre déblais-remblais).

Il y aura donc un volume de terres, potentiellement significatif, à stocker temporairement durant les travaux avant leur évacuation vers les sites dédiés ou leur réutilisation sur le chantier. Ce stockage engendrera donc très localement des modifications du relief dont l'ampleur dépend de la zone de stockage disponible, du type de section ou d'ouvrage et des possibilités d'évacuation.

Cet impact sera principalement ressenti au niveau des bases chantier d'où seront extraits et temporairement stockés les déblais, en particulier au niveau des gares souterraines et des puits d'entrée de tunnelier, d'où sortent les déblais issus du creusement au tunnelier, à l'origine de la production la plus importante de matériaux excavés. Les puits d'entrée de tunnelier envisagés sont situés comme suit :

- Au niveau de l'OA 8 à Massy pour la réalisation de la section en souterrain entre l'OA 1 jusqu'à l'OA 14 ;
- Au niveau de la future gare Satory pour la réalisation de la section en souterrain entre l'OA 15 et l'OA 24.

Au niveau de la **section aérienne** (hors tranchée), les volumes de déblais correspondent :

- aux volumes excavés pour réaliser les fondations du viaduc ;
- aux volumes excavés pour réaliser les fondations des portiques des gares Palaiseau, et Orsay-Gif et pour réaliser les mesures conservatoires de la gare CEA Saint-Aubin ;
- aux volumes excavés pour réaliser le site de maintenance et son raccordement.

Le stockage est délimité aux bases chantiers des gares aériennes, du site de maintenance et réparti le long du linéaire du tracé en aérien à l'avancement des fondations du viaduc. L'impact lié au volume de terres à stocker durant les travaux de la construction du viaduc est très **faible** car produits très ponctuellement sur un ou plusieurs sites et en faible quantité (ex : 350 m³ pour une fondation du viaduc).

Deux autres zones seront également à l'origine de la production de déblais. Il s'agit des **zones de transition aérien/souterrain** (ZTR) qui seront réalisées en tranchée couverte et ouverte. Ces zones sont localisées de l'Est vers l'Ouest:

- ZTR 1 : après le puits de sortie OA 14 implanté au droit de Palaiseau, pour le passage de la section en souterrain à la section en viaduc ;

- ZTR 2: après le puits OA 15 de sortie de Magny-les-Hameaux pour le passage de la zone en viaduc à l'alignement en souterrain.

La surface de ces tranchées sera de l'ordre de quelques centaines de mètres-carrés. L'impact direct sera ainsi principalement ressenti au niveau des zones de transition et des bases chantier d'où seront extraits et temporairement stockés les déblais.

L'objectif recherché est une évacuation au fil de l'eau. Cependant, les écarts entre la production et l'évacuation des déblais seront absorbés par des stocks tampons, qui permettront d'entreposer les terrains excavés avant leur évacuation et notamment pour répondre aux besoins de caractérisation.

L'impact dépend de la nature des matériaux et des possibilités d'évacuation. Il sera modéré localement au niveau des bases chantiers et faible à l'échelle de l'ensemble du projet.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

- **Adaptation du profil en long pour réduire la profondeur du tunnel** : la limitation de la profondeur de l'infrastructure a permis de réduire la profondeur des ouvrages émergents (gares, OA) et d'éviter la production de volumes de déblais supplémentaires à stocker/évacuer, et ainsi une perception modifiée des reliefs où ces déblais seront temporairement stockés.

C'est dans ce sens que les études préliminaires approfondies de conception ont été menées par la Société du Grand Paris. Elles ont visé à rapprocher le profil en long du tunnel au plus près du terrain naturel (TN), tout en considérant l'occupation du sous-sol (réseaux, infrastructure, fondations de bâtis) et les contraintes géologiques.

- **Aménagement qualitatif des bases chantier et des aires de stockage** : des palissades masquant la perception du site pourront être mises en œuvre afin de réduire la perception visuelle liée aux stocks et d'assurer la sécurité du site. Un travail d'insertion paysager sera réalisé, notamment sur la partie aérienne du tracé.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Le stockage définitif des déblais sur les différents sites et installations agréés, s'ils ne peuvent pas être valorisés, constitue un impact résiduel.

• Variation du relief engendrée par le stockage définitif des déblais hors chantier

Lorsque les matériaux excavés ne pourront pas être réutilisés sur les chantiers du projet en tant que matériaux (remblaiement des tranchées...), ils seront évacués vers des sites autorisés selon leur nature. Les déblais seront en priorité évacués pour combler des carrières en cours ou fin d'exploitation et utilisés en remblais sur des sites externes à la Ligne 18 (projets d'aménagement). En dernier lieu, ils seront stockés en installation de stockage de déchets.

Les terres polluées (volume estimé : 150 000 m³, soit 6% des matériaux à évacuer pour les ouvrages en souterrain) seront dirigées vers des installations de traitement et stockages adaptées.

L'apport des déblais au niveau des zones de stockage en modifiera la topographie de façon plus ou moins significative selon l'aménagement du site prévu par l'arrêté.

L'impact indirect du chantier pourra être localement fort sur les zones recevant les déblais de ce dernier en conformité avec les arrêtés d'exploitation des sites.

Cet impact n'est pas quantifiable à l'heure actuelle. Les lieux de valorisation et stockage définitif des déblais pré-identifiés par le maître d'ouvrage seront confirmés après caractérisation de la nature des terres dont les analyses débiteront dès la phase avant-projet jusqu'aux travaux sur les chantiers par les entreprises.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

- **Choix des filières de stockage des terres impactant le moins la topographie** : le comblement de carrière, qui reconstitue la topographie antérieure avant exploitation de l'installation, est moins impactant sur le relief que la constitution de remblais ;
- **Valorisation des déblais** : pour les déblais extraits par des méthodes à ciel ouvert et/ou traditionnelle, les volumes de matériaux pourraient *a priori* être réutilisés ou valorisés. Cependant, la nature des formations géologiques, la présence de gypse ou de pollutions seront analysées pour confirmer ce potentiel.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Le stockage définitif des déblais sur différents sites hors chantier constitue un impact résiduel. La principale mesure mise en œuvre est l'anticipation de l'organisation de la gestion des déblais. La gestion des déblais fait l'objet d'études spécifiques conduite par la Société du Grand Paris précisant les lieux de valorisation et stockage possibles, les moyens de transport envisagés et l'organisation de la gestion des déblais.

Pour la gestion anticipée des déblais produits dans le cadre du Grand Paris Express, le maître d'ouvrage a réalisé un Schéma Directeur d'Évacuation des Déblais (SDED) décliné à l'échelle de la Ligne 18 et qui est annexé à l'étude d'impact (pièce G.4.2).

MESURES DE SUIVI DANS LE TEMPS

Suivi des actions de gestion des terres en conformité avec les orientations du SDED : la principale mesure de suivi consistera à analyser la correspondance des actions de gestion des terres avec les documents références produits par la Société du Grand Paris (SDED général à l'échelle du Grand Paris et sa déclinaison spécifique à l'échelle de la Ligne 18) et leur intégration dans les contrats d'exécution par les entreprises.

1.2.2. Impacts et mesures en phase exploitation

Il n'y a pas d'impact en phase exploitation. En conséquence aucune mesure n'est à prévoir en phase d'exploitation de la ligne.

1.2.3. Synthèse des impacts et mesures concernant le relief

Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
<p>Ouvrages et bases chantier situés dans les zones en forte pente :</p> <ul style="list-style-type: none"> - entre les gares Massy-Palaiseau et Palaiseau (OA 13 et OA 14) - entre les gares Palaiseau et Orsay-Gif (franchissement de la N118) - entre les gares Saint-Quentin Est et Satory (OA 20 et OA 21) - entre les gares de Satory et Versailles Chantiers (OA 23) 	Prise en compte des pentes du terrain naturel	<p>Phase étude et chantier :</p> <p>Adaptation du profil en long pour le rendre compatible avec les pentes</p>	Négligeable	/	/	<p>Phase étude :</p> <p>Intégré au coût des études de conception</p>
<p>Bases chantier d'où seront extraits et temporairement stockés les déblais : en particulier celles des puits d'entrée de tunnelier (OA 8 et gare Satory), celles des gares souterraines et dans une moindre mesure celles des OA et partie aérienne</p>	Variation du relief engendrée par le stockage temporaire de déblais sur les bases chantiers	<p>Phase étude :</p> <p>Adaptation du profil en long pour réduire la profondeur du tunnel et donc la quantité de déblais des gares et ouvrages annexes rendus moins profonds</p> <p>Phase chantier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de palissades masquant la perception du site selon analyse d'insertion - travaux et accompagnement paysager de la mise en œuvre des bases chantiers notamment sur la section aérienne 	faible/localisé	/	/	<p>Phase étude :</p> <p>Intégré au coût des études de conception</p> <p>Phase chantier :</p> <p>Intégré au coût du chantier (palissade : environ 100€ par m²)</p>
<p>Sites autorisés de stockage définitifs des déblais (hors périmètre du projet)</p>	Variation du relief engendrée par le stockage définitif des déblais	<p>Phase chantier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Choix des filières de gestion des terres impactant le moins la topographie - Recherche de la valorisation des déblais 	localisé	/	Suivi des actions de gestions des terres en conformité du SDED	<p>Phase chantier :</p> <p>Intégré au coût du chantier</p>

Légende : Impact résiduel nul/négligeable Impact résiduel faible impact résiduel modéré Impact résiduel fort Impact résiduel positif

1.3. Géologie et risques associés

1.3.1. Méthodologie retenue et maîtrise des risques

La méthodologie mise en œuvre pour caractériser l'environnement géologique, hydrogéologique et géotechnique de la Ligne 18, et ainsi identifier et évaluer les risques rencontrés explicitée dans le cadre de l'état initial (pièce G.1) est succinctement rappelée ci-après.

Sont également développées les mesures mises en place pour la maîtrise des risques notamment phase travaux issues des études de conception en cours.

1.3.1.1 Les investigations géotechniques réalisées et à venir

Les investigations géotechniques entreprises dès la phase d'études préliminaires (mission de type G11 selon la référence à l'ancienne norme NF P94-500 de décembre 2006 ou G1 en référence à la version de novembre 2013) ont permis :

- d'établir le modèle géologique le long du projet : les investigations réalisées le long du tracé fournissent la coupe géologique au droit de chaque sondage. Le travail de l'ingénieur géologue/géotechnicien a consisté à établir une coupe linéaire par corrélation entre ces points de sondages tout au long du tracé ;
- d'établir une connaissance plus fine du contexte hydrogéologique. les investigations doivent permettre de caractériser le ou les aquifères en présence, tant d'un point de vue piézométrique (niveau de la ou des nappes) que d'un point de vue perméabilité (paramètre permettant d'estimer les venues d'eau) ;
- de caractériser les couches rencontrées les investigations caractérisent la nature des horizons géologiques tant d'un point de vue mécanique (paramètres permettant de prédimensionner les ouvrages de génie civil) qu'environnemental (paramètres permettant de déterminer la destination d'évacuation des déblais qui seront produits).

Chaque nouvelle phase d'études est l'objet de reconnaissances complémentaires qui viennent compléter et préciser les données, de permettre de fiabiliser les hypothèses prises à la phase précédente et de faire les premières adaptations des futurs ouvrages aux spécificités du site.

Le but final est de localiser et caractériser des zones dites « homogènes » afin d'adapter les méthodes constructives à chacune d'entre elles. Des zones singulières peuvent également être identifiées, qui feront l'objet de reconnaissances spécifiques au regard de la singularité rencontrée, permettant ainsi de mettre en place les méthodes constructives et d'éventuels confortements adaptés.

Pour la phase de conception, le maître d'œuvre mènera les missions G2 phase avant-projet et G2 phase projet, qui permettront d'établir les documents précités. La Société du Grand Paris s'est de plus adjoint les conseils d'un assistant à maîtrise d'ouvrage en géotechnique qui a pour mission d'analyser le programme d'investigations géotechniques proposé par le maître d'œuvre et pourra proposer des adaptations de ce programme pour la réalisation de ces deux phases d'études, le but de cette organisation est d'avoir un double regard partagé sur les modèles géologiques,

hydrogéologiques et géotechniques. Ce double regard est un des axes de la maîtrise des risques mise en place par la Société du Grand Paris.

Dans ce cadre la société du Grand Paris a réalisé la campagne de reconnaissance dite G11 correspondant aux études préliminaires, la campagne de reconnaissances dite G12 étant actuellement en cours. Les descriptions fournies dans cette pièce sont basées sur ces campagnes.

La campagne de reconnaissances G11 ou G1 a compris la réalisation de 153 sondages dont :

- 64 sondages carottés dont la profondeur varie entre 30 et 60 m, avec une profondeur moyenne de l'ordre de 40 m ;
- 89 sondages avec essais pressiométriques dont la profondeur varie entre 20 et 60 m, avec une profondeur moyenne de l'ordre de 35 m.

La campagne de reconnaissance G12 ou G2 actuellement en cours prévoit la réalisation de 285 sondages dont :

- 148 sondages carottés dont la profondeur varie entre 20 et 60 m, avec une profondeur moyenne de l'ordre de 40 m ;
- 121 sondages avec essais pressiométriques dont la profondeur varie entre 20 et 60 m, avec une profondeur moyenne de l'ordre de 40 m ;
- 10 sondages au pénétromètre dont la profondeur varie entre 15 et 30 m, avec une profondeur moyenne de l'ordre de 20 m ;
- 7 sondages destructifs dont la profondeur varie entre 4 et 32 m.

Actuellement, 106 sondages ont été réalisés soit un avancement à 37% sur cette phase.

1.3.1.2 Dispositions mises en place dès la phase travaux

La norme NF P 94-500 régit également la phase de réalisation et impose la réalisation de deux missions G3 et G4 :

- la mission G3 est une mission d'études et de suivi géotechnique des travaux portée par l'entreprise qui réalise les travaux ;
- la mission G4 est une mission de supervision géotechnique d'exécution portée par le maître d'ouvrage et déléguée à son maître d'œuvre.

Ces deux missions se décomposent en deux phases :

- une phase d'études lors de laquelle l'entrepreneur actualise la note d'hypothèses géotechniques suite aux éventuelles reconnaissances complémentaires, dimensionne les ouvrages géotechniques, et fournit les notices d'exécution détaillées des ouvrages. Le maître d'œuvre en assure la supervision en fournissant un avis sur ces études d'exécution ;
- une phase de suivi qui permet à l'entrepreneur de vérifier que les hypothèses établies pendant les études correspondent bien à ce qui est effectivement rencontré sur site. Le maître d'œuvre organise des validations ponctuelles sur le chantier dans le même but.

La confrontation de ces deux missions G3 et G4 est un gage de sécurité et entre dans le cadre de la maîtrise des risques.

La Société du Grand Paris, toujours dans la recherche de la Maitrise des risques, a prévu de poursuivre sa collaboration avec son assistant à maitrise d'ouvrage en géotechnique, qui aura, pour la phase travaux, un rôle de second regard sur les grandes thématiques et points sensibles en analysant les documents produits par les entreprises qui sont en outre également visés par le Maître d'œuvre. Ce second regard est réalisé par des experts reconnus de la profession.

L'ensemble des regards croisés sur chacune des phases de conception et de réalisation de l'infrastructure constitue l'un des axes forts de la maitrise des risques mise en place par la Société du Grand Paris. Toutefois, il n'est pas le seul, la Société du Grand Paris a également mis en place un conseil d'expertise et de conseil indépendant du projet. Le but de ce comité est d'expertiser les études fournies par le maître d'œuvre avec un œil indépendant.

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

Que ce soit dans le domaine du bâti ou de la géologie au sens large, la Société du Grand Paris a mis en place un système de double regard constitué de deux partenaires essentiels : les assistants à maitrise d'ouvrage (bâti et géotechnique) et le maître d'œuvre.

Le but de cette méthode est de partager les dossiers de données d'entrée définissant les paramètres techniques à retenir dans le cadre des études de maitrise d'œuvre. Ce double regard est la première étape dans la maitrise des risques.

La Société du Grand Paris dans un souci de transparence et de volonté de maitriser les risques a également choisi de s'adjoindre les conseils d'un « Comité des Travaux Souterrains ».

Ce comité constitué d'experts reconnus dans les domaines de la géologie - hydrogéologie, de la géotechnique, des travaux souterrains (tant en conception que réalisation), des travaux de confortements et traitements des terrains ayant eu une grande expérience dans le domaine tout au long de leur carrière.

Ce comité a pour rôle de donner un avis sur les études de conception du maître d'œuvre, tant d'un point de vue qualité des études que contenu (méthodes constructives retenues). Leur avis sera sollicité à la demande du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre en cas de besoin. Le maître d'œuvre présentera l'ensemble des données à disposition, l'interprétation qui en est faite, et les conclusions aboutissant aux méthodes constructives retenues.

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

1.3.2. Rappel du contexte géologique au droit du projet et enjeux liés à la géologie

La Ligne 18 comprend deux sections souterraines qui s'étendent sur environ 21 km (entre Orly et Palaiseau et entre Magny-Les-Hameaux et Versailles) et une partie aérienne centrale de Palaiseau jusqu'à Magny-Les-Hameaux qui s'étend sur environ 14 km.

Le tunnel en souterrain ainsi que les piles (fondations et semelles) du viaduc de la partie aérienne seront donc soumises aux contraintes spécifiques qui sont liées à la nature des formations géologiques traversées.

D'une manière générale, la Ligne 18 s'inscrit dans des terrains d'origine sédimentaire dont les principaux faciès représentés sont :

- les sables, plus ou moins grossiers (sables de Fontainebleau) ;
- l'argile, pure ou sous forme marneuse (marnes à huîtres, argiles vertes, marnes supragypseuses, masses et marnes du gypse...) avec localement la présence potentielle de blocs de meulière plus massifs que le reste de l'encaissant pour la formation meulière de Montmorency ;
- le calcaire, sous forme de bancs calcaires et de bancs marneux, (calcaire de Brie, calcaires de Saint-Ouen...), chacun de ces faciès pouvant acquérir un caractère local lors du dépôt (passages plus argileux que d'autres) et au cours du temps (passages plus altérés/karstifiés que d'autres).

Ces formations se sont déposées de manière relativement homogène. Aucune faille ou accident tectonique majeur n'est indiqué sur la carte géologique du Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM).

Du point de vue hydrogéologique, volet traité dans le chapitre spécifique « Eaux souterraines et risques associés » suivant, le projet rencontrera les nappes suivantes :

- Les Argiles à meulière peuvent renfermer des poches d'eau (lentilles sableuses) de dimensions variables ;
- La nappe libre des Sables de Fontainebleau, retenue par les Marnes à huîtres, existe entre Palaiseau et Versailles. Il s'agit d'une nappe difficile à rabattre du fait de la finesse et de l'homogénéité de la granulométrie des sables ;
- La nappe libre du Calcaire de Brie, retenue par l'Argile Verte, favorise son fluage à l'affleurement ;
- La nappe captive des Marnes de Pantin, retenue par les Marnes d'Argenteuil, correspond à une nappe circulant dans les fractures ;
- Les circulations d'eau dans les Masses et Marnes du Gypse intensifient le phénomène de dissolution du gypse.

Par exemple, au niveau de la montée du plateau de Palaiseau, entre la gare Massy-Palaiseau et l'amont de la gare Palaiseau, le tunnel recoupe successivement, sur moins d'un kilomètre : les marnes supragypseuses (marnes de Pantin), les argiles vertes, le calcaire de Brie, les marnes à huîtres et les sables de Fontainebleau.

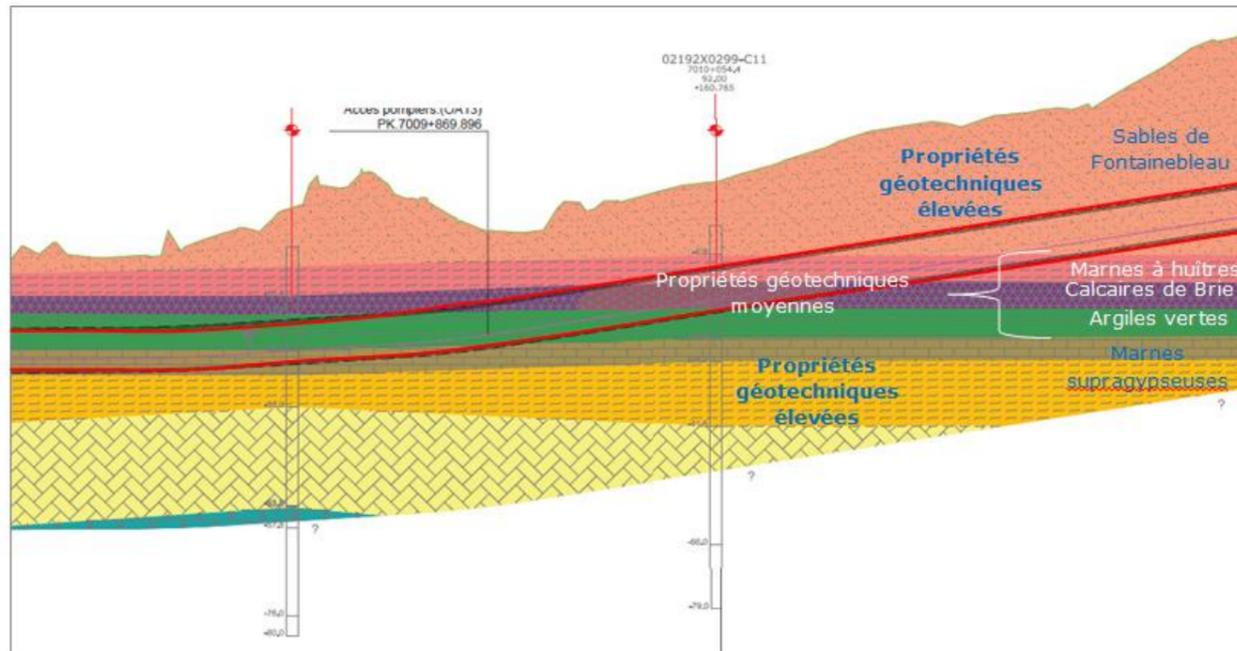


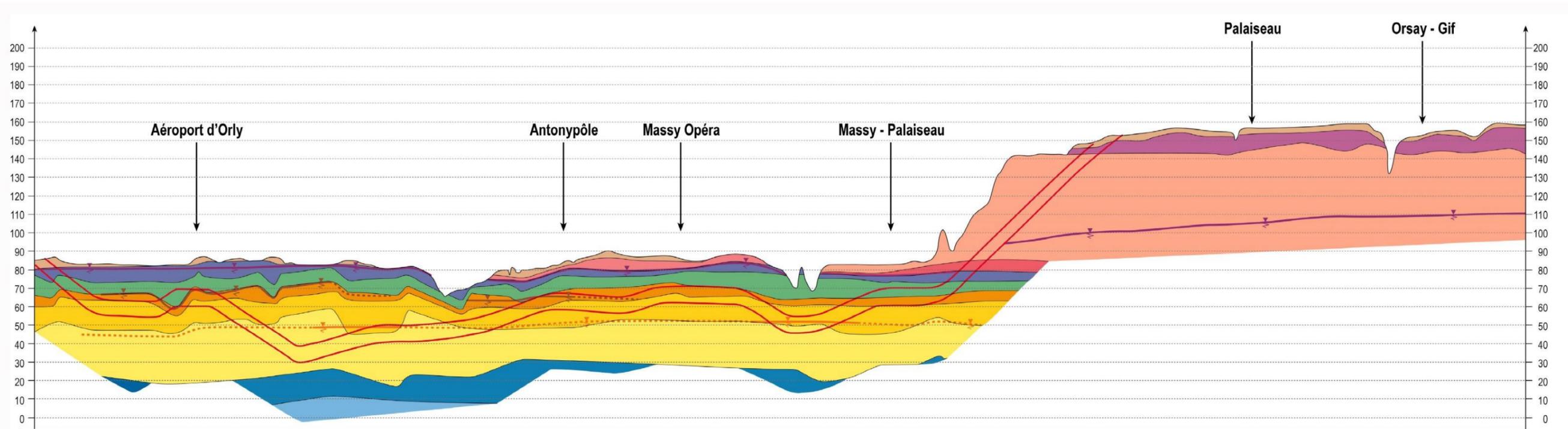
Illustration de la variabilité géologique des terrains traversés dans le secteur de Palaiseau avec en rouge : les couches traversées par le tunnel (données issues des campagnes géotechniques)

Le projet sera donc confronté à des changements de nature de terrain aux propriétés géotechniques et hydrodynamiques différentes ce qui constitue une contrainte pour le mode de construction, et donc, pour le choix du tunnelier.

Par ailleurs, la Ligne 18 est concernée par :

- La présence d'anciennes carrières à Guyancourt ;
- Le risque lié à la présence de gypse et à sa potentielle dissolution ponctuellement au niveau de Wissous ;
- Le phénomène de retrait-gonflement des argiles en surface à l'Est du fuseau d'étude au niveau de Massy, de Paray-Vieille-Poste et Wissous et plus faible à l'Ouest au niveau de la Vallée de la Bièvre.

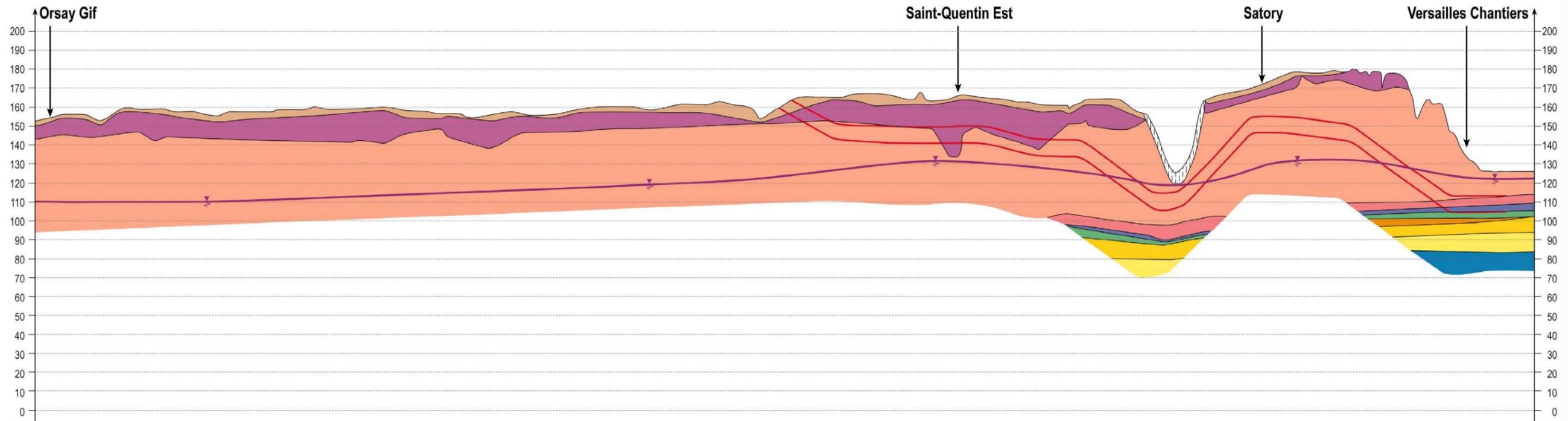
Coupe géologique simplifiée au droit du tracé de référence de la Ligne 18 – Section Aéroport d'Orly - Orsay-Gif
 (Données issues du croisement des données bibliographiques et des campagnes géotechniques)



- : Nappe de l'Oligocène (calcaire de Brie et sables de Fontainebleau)
- : Nappe de l'Eocène supérieur (Marnes de Pantin)
- : Nappe de l'Eocène supérieur (Masses et Marnes du gypse)
- : Passage pressenti du tunnel de la ligne 18

Oligocène	Limons des Plateaux (LP)	STAMPIEN
	Meulière de Montmorency (TS)	
	Sables de Fontainebleau (SF)	
	Marnes à huîtres (MH)	
	Calcaire de Brie (TB)	
Eocène supérieur	Argiles vertes (GV)	SANNOISIEN
	Marnes supragypseuses (MSG)	
	Marnes supragypseuses (MSG) - Faciès de Pantin (MP)	LUDIEN
	Marnes supragypseuses (MSG) - Faciès d'Argenteuil (MA)	
	Masses et marnes du gypse (MFL)	
Marno-calcaire de Saint-Ouen (SO)	MARINESIEN	
Sables de Beauchamp (SB)		

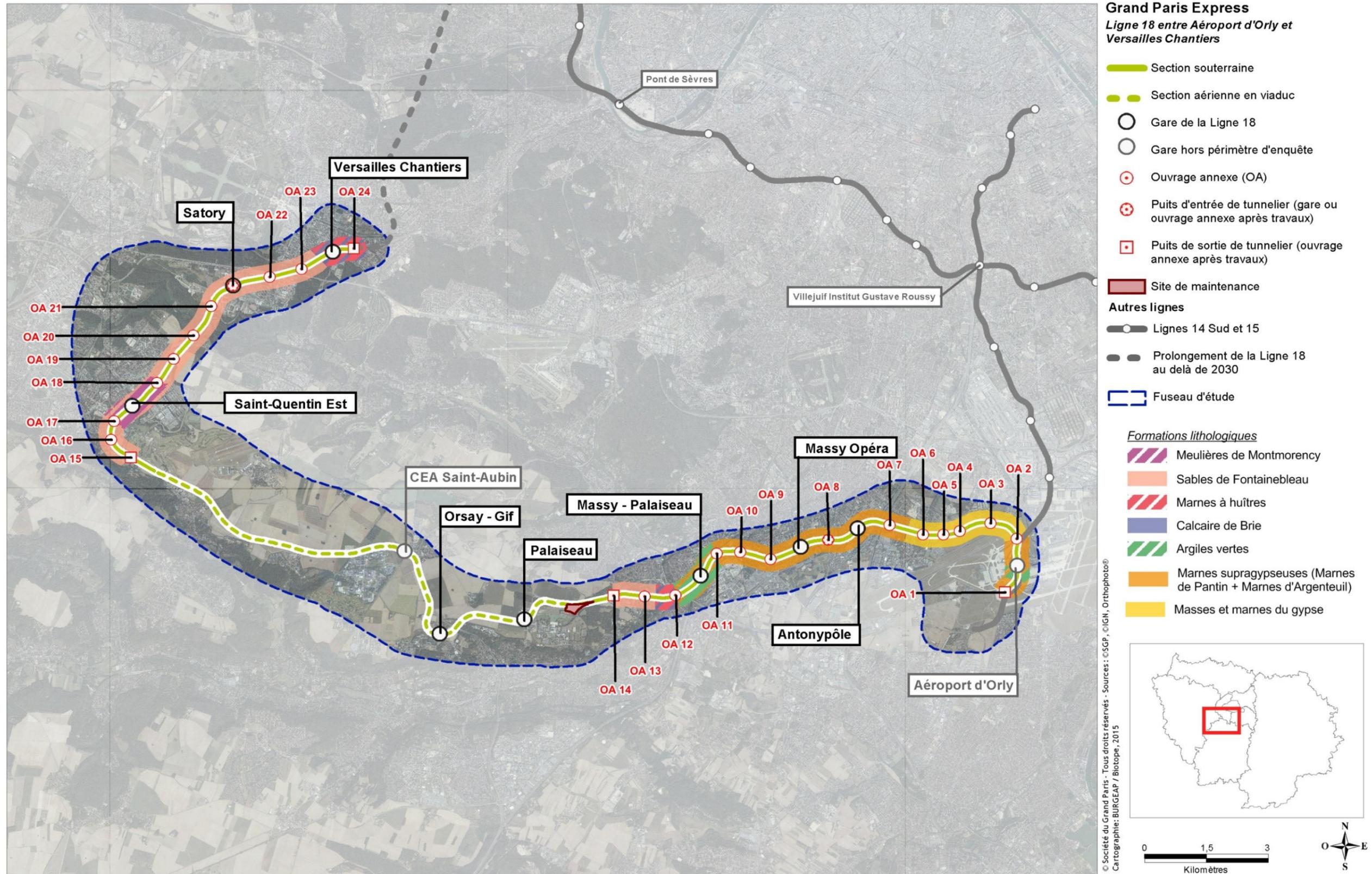
Coupe géologique simplifiée au droit du tracé de référence de la Ligne 18 – Section Orsay-Gif – Versailles Chantiers
 (Données issues du croisement des données bibliographiques et des campagnes géotechniques)



: Nappe de l'Oligocène (calcaire de Brie et sables de Fontainebleau)
 : Passage pressenti du tunnel de la ligne 18

Paléozoïque	Limons des Plateaux (LP)	
	Meulière de Montmorency (TS)	
Oligocène	Sables de Fontainebleau (SF)	STAMPIEN
	Marnes à huîtres (MH)	SANNOSIEN
	Calcaire de Brie (TB)	
	Argiles vertes (GV)	LUDIEN
	Marnes supragypseuses (MSG)	
Eocène supérieur	Masses et marnes du gypse (MFL)	
	Marno-calcaire de Saint-Ouen (SO)	MARINESIEN
	Sables de Beauchamp (SB)	

Position des sections souterraines de la Ligne 18 vis à vis de la géologie
 (Données issues du croisement des données bibliographiques et des campagnes géotechniques)



1.3.3. Impacts et mesures liés aux anciennes carrières

1.3.3.1 Rappel des enjeux liés aux anciennes carrières et secteurs concernés

Enjeux liés aux anciennes carrières

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

- Les **carrières à ciel ouvert** sont souvent remblayées par des matériaux de mauvaise qualité et présentent donc l'inconvénient de constituer des terrains médiocres, sous-consolidés pour la réalisation d'un projet de type métro souterrain ou aérien ;
- Les **anciennes carrières souterraines** constituent des ouvrages fragiles. Les instabilités susceptibles d'apparaître se situent principalement en ciel de carrière (toit de la carrière) pouvant aller jusqu'à des effondrements progressifs de la voûte, voire à des fontis remontant en surface.

Secteurs concernés

Selon les données de l'IGC, les données issues des investigations réalisées par la Société du Grand Paris et les données recueillies au sein des dossiers communaux et les PPRn (Plans de Prévention des Risques Naturels) existants sur les communes, **trois secteurs à enjeux ont pu être identifiés sur la Ligne 18** :

- sur la section Orly – Palaiseau, une zone de carrière à ciel ouvert a été recensée sur la cartographie faite par l'IGC au niveau du ruisseau de Rungis, mais sa présence n'a pas été confirmée lors de la réalisation des missions géotechniques G11 et G12 ;
- sur la section Palaiseau – Magny-les-Hameaux, les sondages géotechniques ont mis en évidence la présence d'une ancienne carrière à ciel ouvert abandonnée au lieu-dit La torche à Orsay (à 100 m du tracé de référence) ;
- sur le secteur de Magny-les-Hameaux – Versailles, les sondages géotechniques n'ont pas mis en évidence la présence de vides. Toutefois la présence d'anciennes carrières souterraines pour l'exploitation des marnes a donné lieu à l'établissement de périmètres de risques (valant PPR) pris au titre de l'article R111-3 du code de l'urbanisme sur les communes de Châteaufort, Magny-les-Hameaux, Guyancourt et Montigny-le-Bretonneux. La commune de Guyancourt, traversée en souterrain par le tracé de référence de la Ligne 18, constitue la zone plus sensible du linéaire ; les zones à risques sont reportées sur le plan de zonage du PLU.

Les informations disponibles sont essentiellement données par le zonage des marnières réalisé par l'IGC en 1873. De fait, aucune information sur les comblements et travaux effectués à cette période dans les carrières n'est donc disponible.

Ce secteur est identifié sur le plan de Guyancourt ci-après ainsi que les coupes géologiques longitudinales du projet dans ce secteur.

En conclusion, il existe trois secteurs dans lesquels la présence d'anciennes carrières est recensée. Cependant la présence d'anciennes carrières reste ponctuelle et encore mal connue. Les campagnes de reconnaissances géotechniques complémentaires permettront d'affiner et de préciser la présence ou non de vide le long de la Ligne 18 et les interactions potentielles avec l'infrastructure. Toutefois, aucune investigation complémentaire n'est nécessaire dans secteur de Rungis dans la mesure où le tunnel passe en dessous des carrières à ciel ouvert et où aucune gare ou ouvrage annexe n'est situé au droit de ces zones à risques.

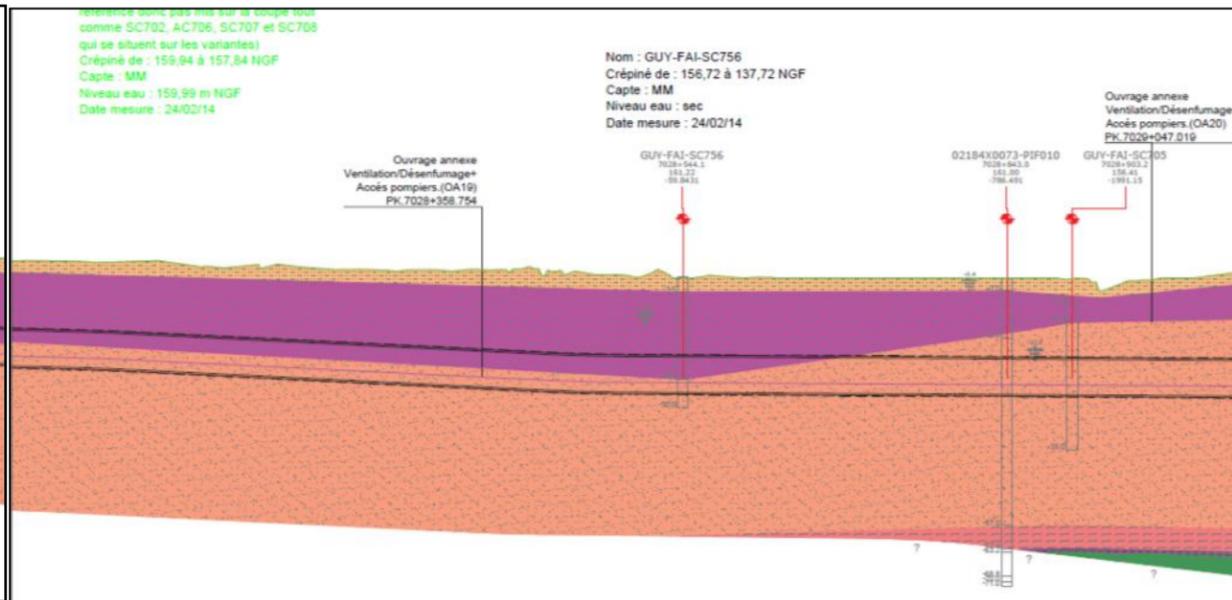
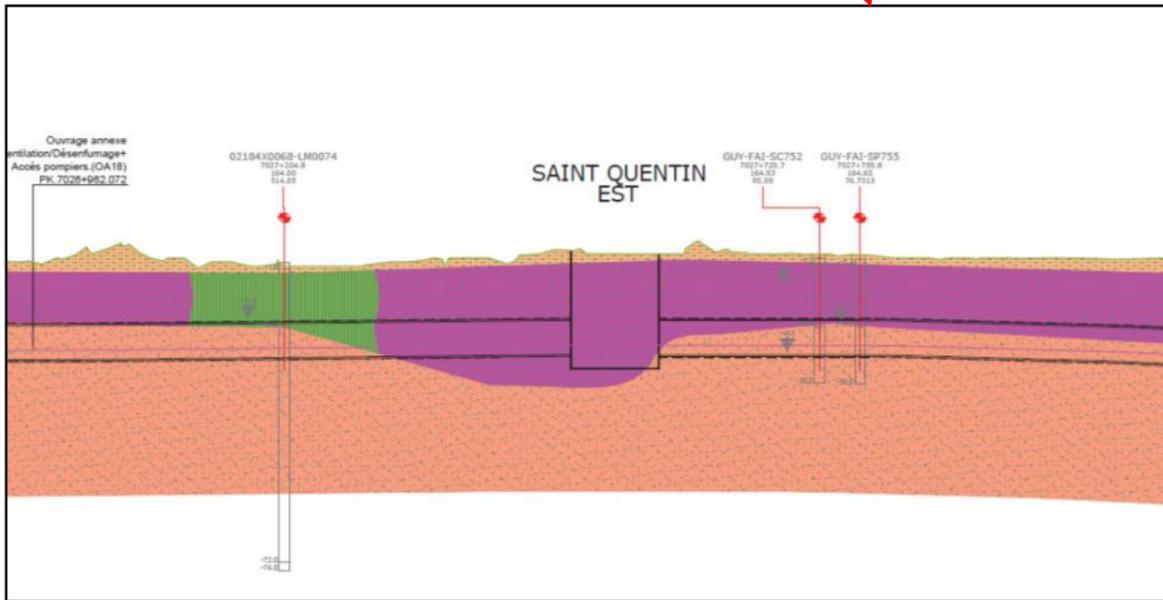
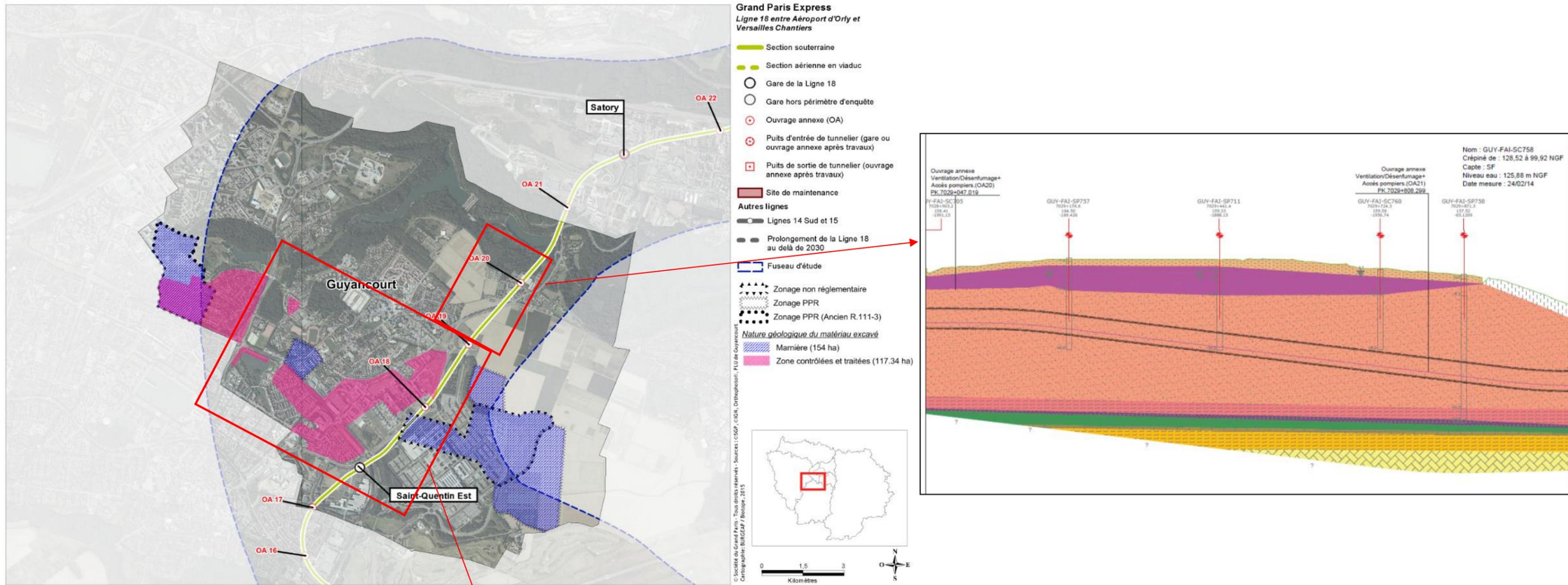
Prescriptions et règles liées aux anciennes carrières

Les communes d'Antony, Châteaufort, Magny-les-Hameaux, Guyancourt, Montigny-le-Bretonneux sont concernées par l'article R111.3 mouvement de terrain mais aucune prescription ne s'applique à ce titre (aucun PPRn en vigueur ou en cours d'approbation n'existe).

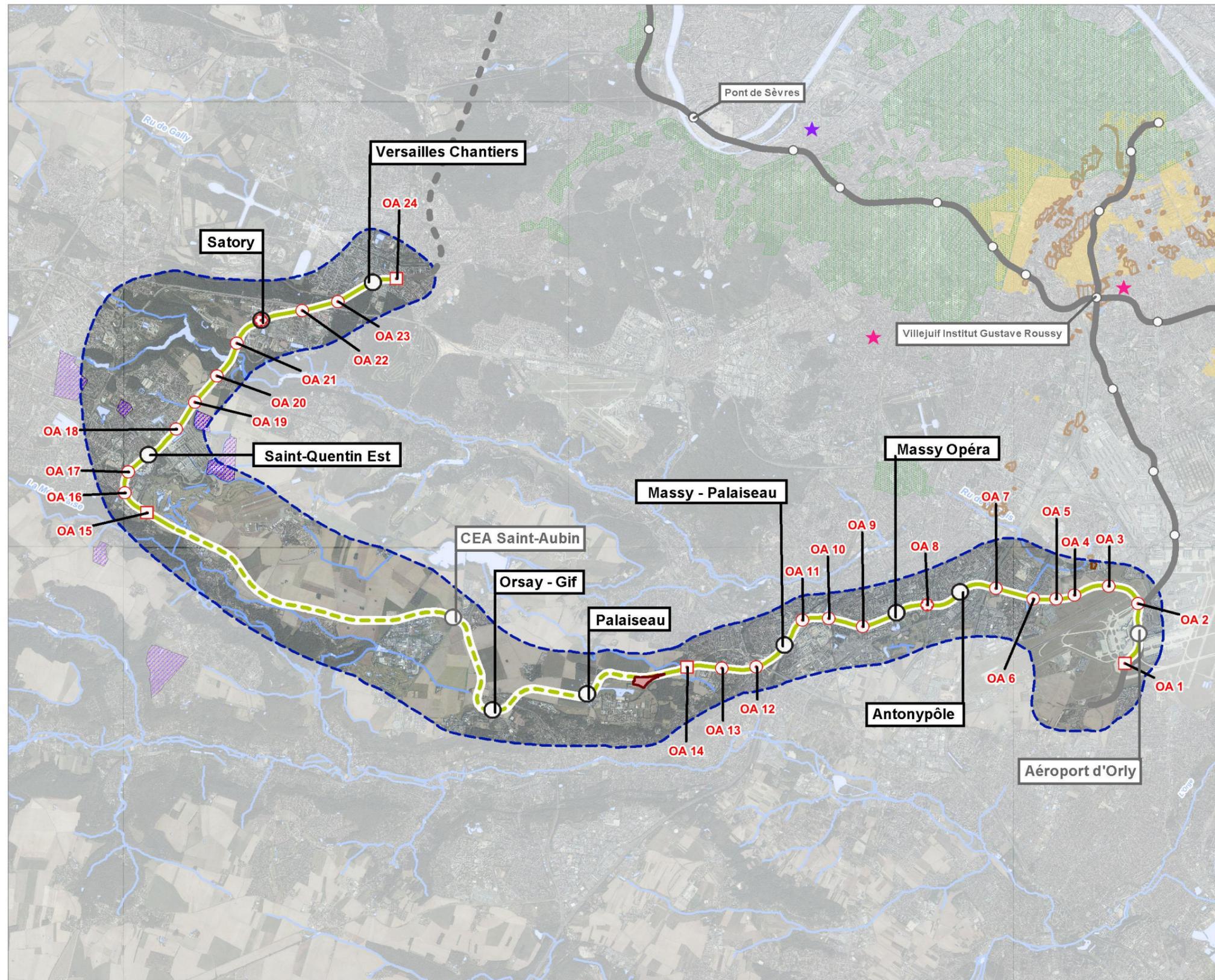
La section du tracé située au niveau de la commune de Guyancourt (tunnel depuis l'OA17 jusqu'à l'OA20 soit un linéaire de 3 km) est en revanche visée par les dispositions du PLU de Guyancourt rappelées ci-dessous :

« *Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles relatif aux zones de risque d'effondrement ou d'affaissement du sol liés à la présence d'anciennes carrières souterraines abandonnées (arrêté préfectoral du 5 août 1986), soumet les constructions réalisées dans le périmètre des zones à risques liés aux carrières (répertoriées sur le plan des servitudes) à l'avis technique préalable de l'Inspection Générale des Carrières Abandonnées, 10 rue de Remilly, 78000 VERSAILLES. Ces constructions peuvent faire l'objet de prescriptions spéciales* ».

Zone sensible dans le secteur de Guyancourt - plan de localisation des Marnières et coupes du projet



Zones d'anciennes carrières et de mouvement de terrain



Grand Paris Express
Ligne 18 entre Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers

- Section souterraine
- Section aérienne en viaduc
- Gare de la Ligne 18
- Gare hors périmètre d'enquête
- Ouvrage annexe (OA)
- Puits d'entrée de tunnelier (gare ou ouvrage annexe après travaux)
- Puits de sortie de tunnelier (ouvrage annexe après travaux)
- Site de maintenance

Autres lignes

- Lignes 14 Sud et 15
- Prolongement de la Ligne 18 au delà de 2030
- Fuseau d'étude

Réseau hydrographique

- Cours d'eau
- Lacs et étangs

Anciennes carrières (IGC et CG94)

- Carrières souterraines
- Carrières à ciel ouvert

Zonage R-111-3

- Zone sous-minée
- Marnière en zonage R-111-3

Mouvements de terrain

- Glissements
- Effondrements

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, Orthophoto®
 Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2015

0 1,5 3 Kilomètres

1.3.3.2 Impact et mesures en phase chantier

La présence d'anciennes carrières sur le tracé de la Ligne 18 et la réalisation des travaux souterrains peuvent entraîner d'éventuels désordres sur les bâtis et sur les ouvrages eux-mêmes.

Le passage du tunnelier sous une épaisseur de terrains sous-consolidés (carrières à ciel ouvert remblayées) peut engendrer des tassements en surface difficilement compatibles avec le bâti de surface.

Le passage du tunnelier, la réalisation de travaux ou l'implantation des piles du viaduc à proximité d'anciennes carrières souterraines et donc la modification du milieu en termes de contraintes dans le sol notamment, peuvent engendrer la remise en cause de l'équilibre précaire des carrières et occasionner des phénomènes d'effondrements progressifs de la voûte, voire à des fontis remontant en surface.

Compte tenu de la faible présence de carrières et de leur éloignement par rapport au tracé de référence, **l'impact est considéré comme faible.**

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Le meilleur moyen de supprimer les risques liés à la présence de carrières est de les contourner ou de s'en éloigner au maximum. La Société du Grand Paris a appliqué ce principe sur l'ensemble du tracé lorsque cela était compatible avec les objectifs de desserte du projet. Le tracé en plan du projet cherche donc autant que possible à éviter la traversée de zones de carrières en s'en éloignant au maximum (démarche identique pour les carrières souterraines et les carrières à ciel ouvert).

Dans le cas où les contraintes de tracé obligerait la Ligne 18 à passer à proximité de zones de carrières, les mesures à mettre en œuvre pour réduire les risques de désordre dans la zone d'influence du projet sont les suivantes :

- **Investigations des anciennes carrières avant le chantier** comprenant la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques au sens de la norme NF P 94-500 (bibliographie, visites, inspections, sondages, essais, mesures in situ). Ces investigations permettront de reconnaître les carrières, leurs limites, leurs épaisseurs, la nature des remblais de comblement et de définir l'état général. Ces investigations ont pour objet de caractériser le massif et ainsi définir les zones et les volumes à traiter, ainsi que le type de traitement à mettre en place ;
- **Utilisation des résultats des études d'interférométrie radar** qui permettent de détecter les mouvements de surface pouvant ainsi être le reflet de mouvements des carrières instables. L'utilisation de cette méthode permettra de cibler les reconnaissances de terrain de façon optimale.

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

- o Les zones à traiter, tant en termes de surface que de volume au cas par cas,
- o Les techniques de comblement et/ou de confortement à mettre en œuvre.

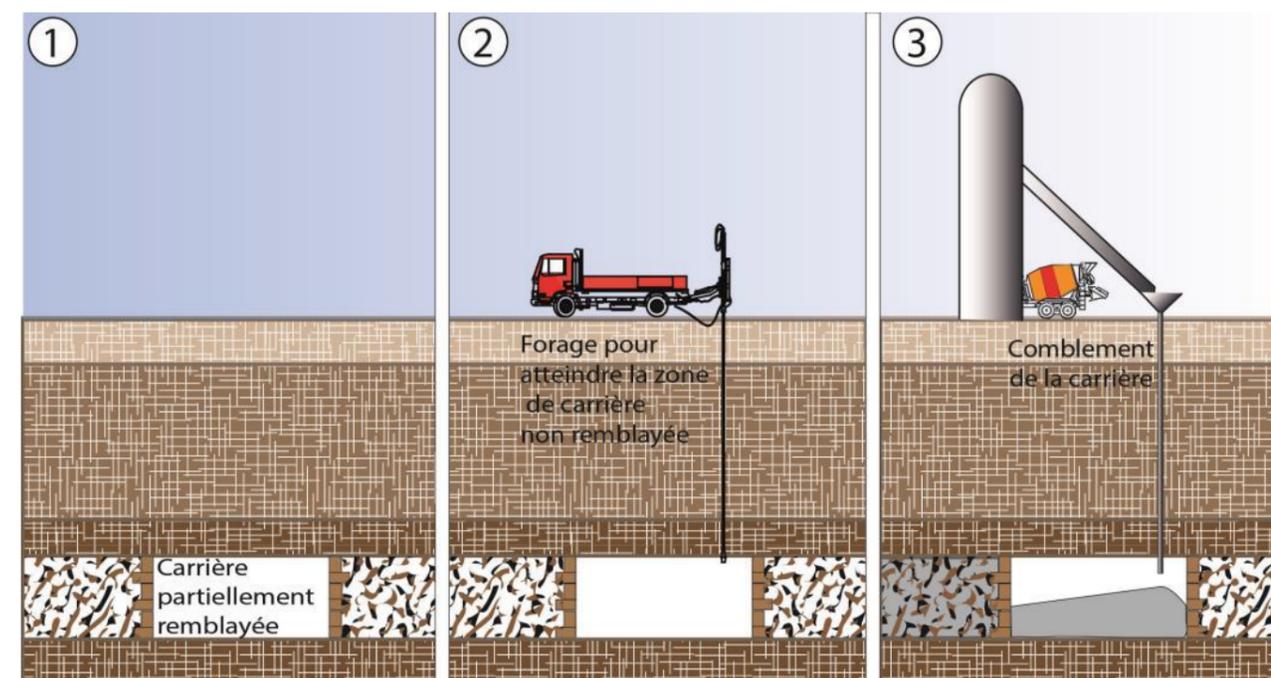
L'Inspection Générale des Carrières sera à nouveau sollicitée lors des études à venir.

- **Une enquête et évaluation du bâti** : elle consiste à inventorier et catégoriser le bâti, définir son état initial. Cette étude permettra de confirmer les méthodes constructives à retenir. Elle interviendra en accompagnement des phases d'études d'avant-projet et de projet ;
- **Injection et/ou comblement des anciennes carrières si identifiées** : pour les sections se situant en zone de carrières, des injections ou comblements des carrières souterraines nécessitant un confortement pourront être mis en œuvre. Plusieurs techniques sont possibles ; le traitement retenu dépendra de différents paramètres dont, la distance entre la carrière et l'ouvrage, le mode de stabilisation préexistant de la carrière, l'état de la carrière, la densité du bâti en surface, la nature des terrains, etc...

Deux grandes techniques existent :

- o Injection depuis la surface ou par une galerie réalisée spécifiquement pour ces travaux grâce à des forages afin de combler les carrières avant la réalisation des ouvrages (tunnel ou fondations du viaduc) :
 - comblement en matériaux par voie sèche ou humide ;
 - comblement au coulis de ciment ;
- o Comblement à pied d'œuvre : réalisation du comblement depuis les galeries du tunnel des carrières, mise en place de murs masques et remplissage par mortier à l'arrière.

Le principe de comblement depuis la surface est schématisé ci-dessous :



Principe d'injection d'une ancienne carrière souterraine (Société du Grand Paris)

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Les mesures d'évitement prévues permettront d'éviter l'existence d'impact résiduel.

MESURES DE SUIVI DANS LE TEMPS

Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux : Une auscultation des zones sensibles définies lors des études de conception sera mise en place en amont de la phase de chantier afin de connaître la respiration naturelle du bâti et sera maintenue en phase travaux afin de suivre l'impact des travaux sur le bâti.

Les déplacements enregistrés seront alors comparés aux estimations des phases études. En cas de divergence entre les estimations des études et la méthode observationnelle, les méthodes constructives seront immédiatement adaptées.

Ces principes constructifs pourront donc être appliqués sur le secteur de Guyancourt (tunnel et gare Saint-Quentin Est et les ouvrages OA 17, 18, 19, 20).

1.3.4. Impacts et mesures en phase chantier liés à la dissolution du gypse*1.3.4.1 Rappel des enjeux liés à la dissolution du gypse et secteurs concernés*

- **Enjeux liés à la dissolution du gypse**

Le gypse est une espèce minérale composée de sulfate de calcium, soluble dans l'eau. Cette roche est présente soit sous forme de bancs massifs (masses et marnes du gypse en particulier), soit de manière plus diffuse, sous forme de nodules, d'interlits ou de lentilles dans différentes couches géologiques (marnes supragypseuses ou masses et marnes du gypse par exemple).

Dans son état sain, le gypse présente de bonnes caractéristiques mécaniques. En revanche, dès qu'il subit une altération, le gypse voit chuter sa résistance de façon extrêmement variable suivant ce degré d'altération.

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

- **Secteurs concernés**

Lors des études géotechniques, le gypse a été identifié dans certaines couches géologiques (celles des marnes supragypseuses et des masses et marnes du gypse principalement) sous forme de gypse saccharoïde ou de cristaux de gypse mêlés aux marnes, ou sous forme d'interlits ou de petits

bancs de taille pluricentimétrique à pluridécimétrique, dont l'épaisseur cumulée ne dépasse généralement pas 5 m au droit des sondages réalisés.

Dans les marnes supragypseuses et les masses et marnes du gypse, des niveaux de gypse massif ou diffus ont été reconnus localement entre le plateau d'Orly et la gare Massy TGV, en particulier sur la commune de Wissous lors de la mission géotechnique G11 et G12, dont l'épaisseur cumulée des niveaux gypsifères varie respectivement entre 0 et 3 pour les marnes supragypseuses et entre 3 et 8 m pour les masses et marnes du gypse.

La formation des masses et marnes du gypse n'a pas été recoupée dans son intégralité, à l'exception de la zone de la gare Versailles Chantiers, où elle apparaît extrêmement réduite. Ces niveaux restent de faible amplitude mais peuvent, sous l'action de circulations d'eau dans les fractures, présenter des risques de dissolution.

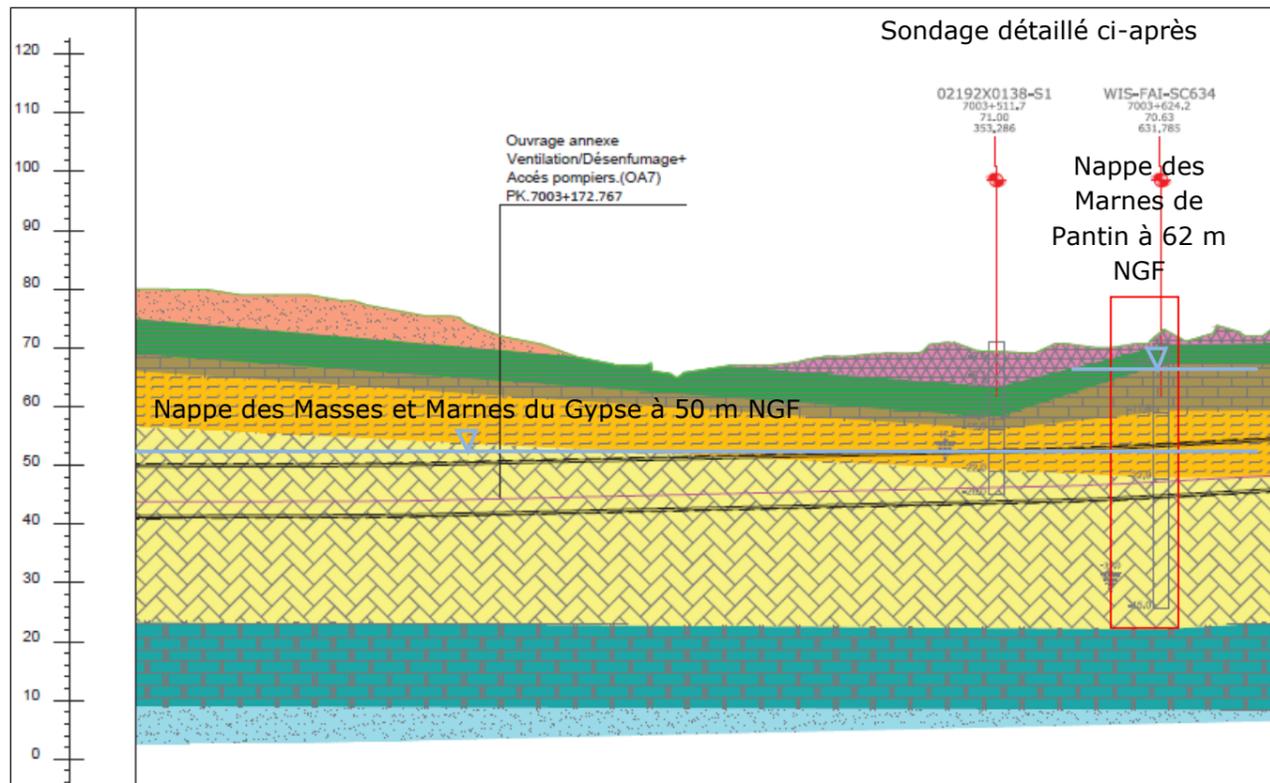
Les sondages G11 et G12 n'ont pas mis en évidence de zones de dissolution.

La zone la plus sensible vis-à-vis du risque de dissolution du gypse est le secteur de Wissous :

- Les reconnaissances géotechniques ont mis en évidence la présence potentielle d'une cavité en eau de 15.0 à 16.2 m de profondeur au droit du sondage WIS-FAISP635, suivie de passages plus ou moins décomprimés de 18.0 à 21.3 m de profondeur. Un passage décomprimé a également été relevé au droit du sondage WIS-FAI-SP633 entre 39 et 40m ;
- Le projet de tunnel souterrain prévu dans le secteur de Wissous, soit entre le point kilométrique PK+7002.020 et la gare d'Antony-pôle, sera implanté dans les marnes supragypseuses et les masses et marnes du Gypse. Les reconnaissances géotechniques ont mis en évidence la présence de gypse massif au sein de ces formations et au droit de certains sondages de ce secteur.
- De plus la mise en place de piézomètres dans ce secteur a permis de mesurer une première nappe dans les marnes de pantin (marnes supragypseuses) à une cote d'environ 62 m NGF et une deuxième nappe dans les Masses et Marnes du Gypse à une cote d'environ 50 m NGF.

La figure ci-dessous présente la coupe géologique du secteur de Wissous ainsi que le projet et les niveaux des nappes. Ci-après est proposé un extrait graphique du sondage WIS-FAISC634 de la mission G11 où du gypse a été observé.

Le gypse situé en profondeur est protégé des eaux de ruissellement par des couches peu perméables au-dessus (argiles vertes). Les formations contenant du gypse en profondeur sont baignées par deux nappes. Le risque de dissolution est considéré comme moyen en fonction des méthodes constructives qui seront définies.



Coupe lithologique issue la mission G11 au niveau de Wissous et implantation du tunnel dans les formations contenant du gypse (Société du Grand Paris)

Projet du Grand Paris - Lot 7

1/100

WIS-FAI-SC634

Altitude	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	E.N.R.	Piezomètre	Niveau d'eau	Outil	Tubage	Fluide	Remarque	Date	Profondeur (m)	Carottage %
47.73	22.90	Alternance d'argiles marnées (40%), vert-bleu, à tendance plastique et de marnes argileuses (60%), gris-bleu, raides.	Marnes d'Argenteuil (MA)				CRD Ø116				02/04/2013	22.0 m	
47.23	23.40	Passages d'argiles, beige-vert, molles, non carbonatées, de : - 12.00 à 12.20m, - 13.75 à 14.50m, - 12.85 à 12.90m, - 16.15 à 16.25m, - 13.00 à 13.15m, - 20.50 à 21.55m.									17/06/2013	23.2 m	
46.73	23.90	Niveaux de marnes argileuses se débitant en éléments centimétriques à pluricentimétriques, de : - 14.75 à 15.00m, - 15.65 à 15.80m, - 15.35 à 15.50m, - 19.05 à 19.35m.									03/04/2013	24.5 m	
46.13	24.50	Interlits de gypse saccharoïde, blancs, impurs, e<0.5cm, de : - 18.65 à 18.85m, - 18.95 à 19.35m, - 19.45 à 19.50m, - 22.80 à 22.90m.									03/04/2013	26.2 m	
44.98	25.65	Passages sableux, beige-gris, indurés, à interlits millimétriques de marnes plastiques, verdâtres, de 19.5 à 20.0m. Gypse saccharoïde, blanc-beige, à interlits (e<2mm) argileux, gris-vert.									03/04/2013	28.0 m	
		Argiles, gris-vert, molles, carbonatées.									03/04/2013	29.4 m	
		Argiles marnées, gris-vert, lâches, à éléments de marnes argileuses beiges de tailles pluricentimétriques, Dmax=9cm, à 23.4 et à 23.8m.									03/04/2013	31.0 m	
		Marnes argileuses, gris-beige, se débitant en éléments pluricentimétriques, Dmax=4cm. Niveau de gypse saccharoïde, de 23.95 à 24.00m.									03/04/2013	32.5 m	
		Argiles, beige-vert, molles, non carbonatées.									03/04/2013	33.9 m	
		Présence de lentilles argilo-marnées (e<5cm), bleu-vert, à 25.37m, 25.44m et à 25.57m.									03/04/2013	35.5 m	
		Alternance de marnes argileuses (30%), gris-beige, se débitant en éléments pluricentimétriques à décimétriques et de marnes (70%), gris-beige, raides.									03/04/2013	36.9 m	
		Passages rubéfiés, de : - 26.6 à 27.00m, - 28.60 à 28.80m.									03/04/2013	38.1 m	
		Passages mouchetés, de : - 28.35 à 28.60m, - 30.60 à 31.00m.									03/04/2013	39.1 m	
		Bancs de gypse saccharoïde, impurs, de : - 25.75 à 26.05m (friable), - 28.85 à 29.40m, - 31.25 à 31.50m (friable), - 31.50 à 32.00m, - 32.00 à 32.65m (friable), - 32.65 à 32.80m.									03/04/2013	41.0 m	
		Grès à cimentation calcaire, beige-gris, à structure litée, de 29.5 à 30.3m.									03/04/2013	42.9 m	
		Argiles marnées, beige-vert, fermes, de 33.90 à 34.05m. Niveau mameux à cristaux de gypse inframillimétriques de 32.8 à 33.6m.									03/04/2013		
		Alternance d'argiles (40%), bleu-gris, fermes et d'argiles marnées (60%), gris-beige, raides, se débitant en éléments centimétriques à pluridécimétriques.									03/04/2013		
		Passages d'argiles, vert-beige, molles, carbonatées, de : - 36.9 à 37.1m, - 39.1 à 39.5m, - 41.0 à 41.1m.									03/04/2013		
		Niveaux de gypse saccharoïde, gris-beige, impurs, se débitant en éléments centimétriques à décimétriques, de : - 35.25 à 35.50m, - 41.25 à 41.80m, - 36.00 à 36.50m, - 41.90 à 42.10m, - 38.85 à 39.10m, - 43.10 à 43.25m.									03/04/2013		
		Bancs de gypse mameux, gris, de : - 42.35 à 42.50m, - 42.70 à 42.80m, - 43.50 à 43.70m.									03/04/2013		

Perte totale du fluide de foration à partir de 23.4m.

CRD Ø116mm

Eau

Page 2/3

Cristaux de gypse en fer de lance, rouille-blanc, de tailles pluricentimétrique à pluridécimétrique, de :
-36,50 à 36,85 m, -41,80 à 41,90m
-39,5 à 39,6 m, -42,10 à 42,35 m

Exemple de sondage géologique (entre -22 et -42,9 m de profondeur par rapport au terrain naturel) réalisé dans le secteur de Wissous, présentant du gypse dans la formation des masses et marnes du gypse (ARCADIS)

En ce qui concerne la section aérienne de la ligne, les fondations du viaduc, semelles vraisemblablement implantées dans la formation des meulières de Montmorency et qui reposent sur 4 pieux prévus à 25 m de profondeur implantés dans la formation des sables de Fontainebleau, ne seront pas concernées par le risque de dissolution de gypse puisque ces formations ne contiennent pas de gypse.

En conclusion, le secteur Orly – Palaiseau, est concerné par le risque de dissolution lié au gypse et plus particulièrement au niveau du tunnel implanté dans les marnes supragypseuses et les masses et marnes du gypse au niveau du secteur de Wissous.

Bien que sur le reste de la Ligne 18, aucun ouvrage ne soit en interaction avec des secteurs où un aléa de dissolution du gypse ait déjà été identifié à ce stade des études, la caractérisation fine des strates géologiques reste à réaliser en particulier sur l'ensemble du secteur Orly-Palaiseau prévu en souterrain dans des formations à risque moyen.

- **Prescriptions et règles liées à la présence de gypse**

Aucun zonage réglementaire lié au phénomène de dissolution de gypse n'existe au niveau du tracé de la Ligne 18.

1.3.4.2 Impact et mesures en phase chantier

- **Risque d'activation de la dissolution de gypse**

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

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

- **Reconnaitances adaptées avant le chantier**, en phase études (bibliographie, sondages, mesures géophysiques, analyses hydrogéologiques...) : le but sera de lever les incertitudes concernant la zone entre Orly et Palaiseau entièrement souterraine, où le tunnel s'insère dans des formations pouvant contenir du gypse. La Société du Grand Paris poursuivra donc les études géotechniques en cours, qui permettront de définir plus finement la présence ou non de gypse altéré dans cette zone ;
- **Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel** : afin d'éviter les phénomènes de dissolution du gypse, le réseau de transport du Grand Paris est réalisé majoritairement en tunnelier. Cette technique permet de limiter l'impact du projet sur le régime d'écoulement des nappes, qui constitue une origine de la dissolution du gypse. ;
- **Technique de construction des gares adaptée à la potentielle présence de gypse** : l'ensemble des gares sera réalisé à ciel ouvert à l'abri d'une enceinte en parois moulées.

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

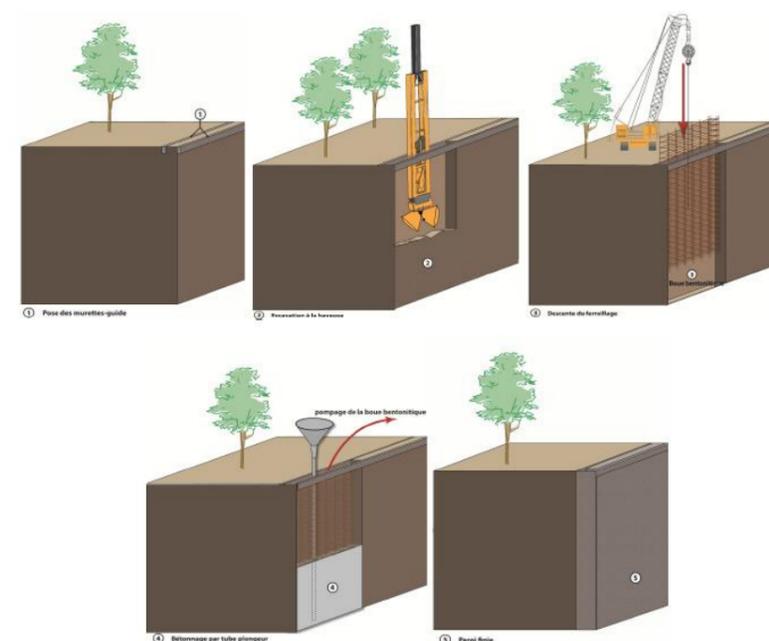
Cette disposition constructive permet en particulier de s'affranchir des venues d'eau horizontales, en créant un écran de protection imperméable, autour de la zone de

terrassément. Elle permet également d'éviter tout risque de mise en communication de nappes superposées.

Pour les venues d'eau arrivant par le fond de fouille, deux solutions sont possibles :

- Pompage des venues d'eau, ce choix devra être motivé après une étude hydrogéologique poussée modélisant l'impact de pompage sur l'aquifère et l'environnement présent ;
- En cas de non adéquation avec son milieu, un traitement d'étanchement du fond de fouille est réalisable par injections, rendant la boîte quasiment imperméable en phase travaux.

En phase d'exploitation, il s'agit uniquement de gérer les faibles volumes d'eaux d'infiltration à l'intérieur des boîtes gare. La réalisation des gares avec cette méthode permettra de réduire de manière très importante les impacts potentiels de la phase de construction, et en phase d'exploitation, et donc sur les phénomènes de dissolution du gypse.



Principe général de mise en œuvre de parois moulées (Société du Grand Paris)

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Aucun effet résiduel ni mesures d'accompagnement ne sont envisagés.

MESURES DE SUIVI DANS LE TEMPS

Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux : une auscultation des zones sensibles définies lors des études de conception aux tassements pourra être mise en place en amont de la phase de chantier et pourra être maintenue en phase travaux.

Les déplacements enregistrés seront alors comparés aux estimations des phases études. En cas de divergence entre les estimations des études et la méthode observationnelle, les méthodes constructives seront immédiatement adaptées.

- **Fragilisation de vides de dissolution existants**

Des zones décomprimées ou de vides dans le sous-sol peuvent déjà exister suite à des phénomènes de dissolution du gypse antérieurs. Un projet de type métro souterrain peut alors être en mesure de fragiliser d'un point de vue mécanique ces niveaux altérés et être à l'origine de mouvements de terrain susceptibles de causer des désordres sur le bâti et plus généralement sur les ouvrages situés à l'aplomb et au voisinage des infrastructures du projet.

La problématique est la même que celles posée par les vides laissés par les carrières souterraines, les mesures seront identiques à celles mises en œuvre pour ces dernières.

1.3.5. Impact et mesures liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

1.3.5.1 Rappel des enjeux liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles et secteurs concernés

- **Enjeux liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles en surface**

L'argile est une roche sédimentaire à grains fins présente dans différentes couches géologiques. Cette roche voit sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau. Elle est dure et cassante lorsqu'elle est desséchée, elle devient plastique et malléable à partir d'un certain niveau d'humidité. Ces variations de consistance s'accompagnent de variations de volume, dont l'amplitude peut s'avérer très importante.

Les variations de volume générées par le retrait des argiles provoquent des tassements qui se manifestent par des désordres sur les ouvrages. A contrario, le phénomène de gonflement peut provoquer des soulèvements ou des sur-contraintes (pression de gonflement sous un radier de gare par exemple).

Ces phénomènes se produisent essentiellement à proximité de la surface, où la teneur en eau des argiles est soumise à de fortes variations, gouvernées par les conditions météorologiques (périodes de sécheresse notamment), mais aussi par la végétation (système racinaire) et l'activité humaine (imperméabilisation des surfaces, pompages ou arrosages...).

- **Secteurs concernés par le retrait-gonflement des argiles en surface**

Seules les argiles vertes affleurent très localement sur l'aire d'étude et sont susceptibles de présenter un aléa fort vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Les secteurs les plus sensibles, recensés comme présentant un aléa moyen à fort, concernent :

- la partie est du fuseau : des aléas forts sont relevés plus ponctuellement sur les communes de Massy, Paray-Vieille-Poste et Wissous ;
- au centre du fuseau : entre Palaiseau et Villiers-le-Bâcle, le secteur est concerné par des aléas principalement moyens ;
- la partie nord-ouest du fuseau : secteur de Versailles-Guyancourt, en bordure de la vallée de la Bièvre, avec des aléas modérés.

Le reste du fuseau est cartographié en aléa faible. Le tableau ci-dessous identifie l'ensemble des ouvrages de la Ligne 18 inscrits au sein d'une zone d'aléa non nul de retrait-gonflement des argiles en surface. Ils sont localisés sur la carte ci-après.

Ouvrages inscrits en zone d'aléa de retrait-gonflement argiles en surface

Zones d'aléa	Ouvrages du projet concernés
Aléa fort (rouge)	Tunnel de la Ligne 18 OA 1 OA 4 et OA 5 OA 12 Gare Versailles et OA 24
Aléa moyen (orange)	OA 14 (puits de sortie du tunnelier) Fondations des piles du viaduc OA 20, OA 21 et OA 22
Aléa faible (jaune)	Gares Saint-Quentin-Est, Satory (puits de démarrage du tunnelier) et OA 15 (puits de sortie), OA 16, OA 17, OA 18, OA 19, OA 22 Fondations des piles du viaduc

Le tunnel étant inscrit dans les couches sous-jacentes aux argiles vertes, ce dernier n'impactera donc pas ces dernières. Concernant les ouvrages annexes et la gare de Versailles Chantiers, ils seront ancrés également dans des horizons plus profonds que les argiles vertes, l'enjeu vis-à-vis du phénomène de retrait gonflement des argiles en surface apparaît comme **faible** au niveau de l'aire d'étude.

Malgré l'aléa qui peut être fort sur certains secteurs de l'aire d'étude, la sensibilité est considérée comme faible sur la totalité du secteur d'étude au regard du type de construction qui sera réalisée.

- **Prescriptions et règles liées au phénomène de retrait-gonflement des argiles**

Aucun zonage réglementaire lié au phénomène de retrait-gonflement des argiles en surface ou en profondeur n'existe au niveau du tracé de la Ligne 18.

1.3.5.2 Rappel des enjeux liés aux glissements de terrain

Les glissements de terrain sont souvent destructeurs, car les aménagements y sont particulièrement sensibles et les dommages aux biens sont considérables et souvent irréversibles.

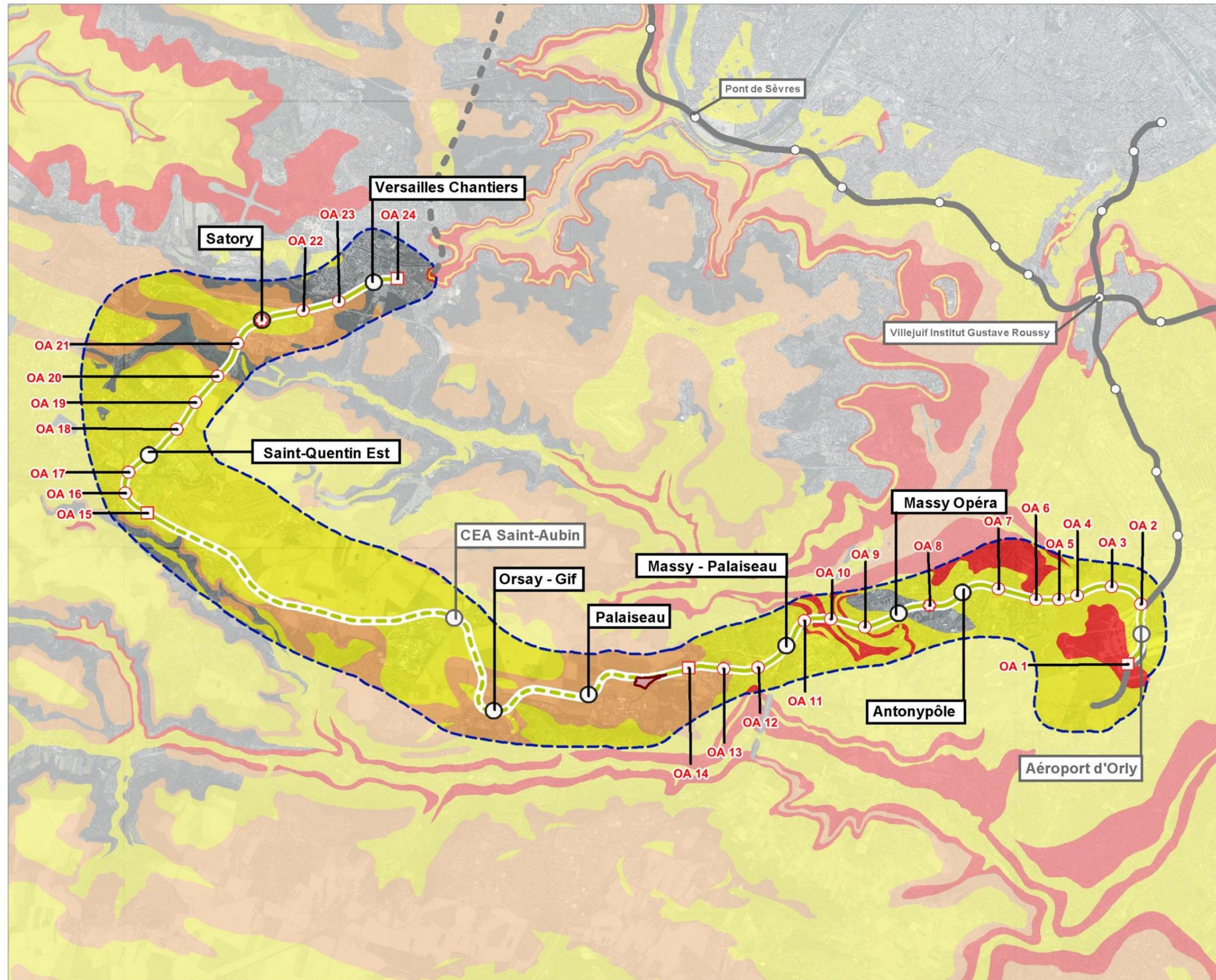
Les bâtiments, s'ils peuvent résister à de petits déplacements, subissent une fissuration intense en cas de déplacement de quelques centimètres seulement. Les désordres peuvent rapidement être tels que la sécurité des occupants ne peut plus y être garantie.

Un projet de métro souterrain ou aérien n'active pas directement un phénomène de glissement de terrain.

Par contre, en cas de glissement, l'infrastructure est directement influencée puisque l'ensemble des couches géologiques dans lequel le tunnel ou les fondations s'inscrivent enregistre un déplacement, déplacement répercuté sur l'infrastructure.

Le tracé de la Ligne 18 n'est pas concerné par un aléa de glissement de terrain, de chutes de bloc, d'éboulements, de coulées de boue, d'érosion de berges.

Ouvrages inscrits en zone d'aléa de retrait-gonflement des argiles



Grand Paris Express
Ligne 18 entre Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers

- Section souterraine
- - - Section aérienne en viaduc
- Gare de la Ligne 18
- Gare hors périmètre d'enquête
- ⊙ Ouvrage annexe (OA)
- ⊙ Puits d'entrée de tunnelier (gare ou ouvrage annexe après travaux)
- ⊙ Puits de sortie de tunnelier (ouvrage annexe après travaux)
- Site de maintenance

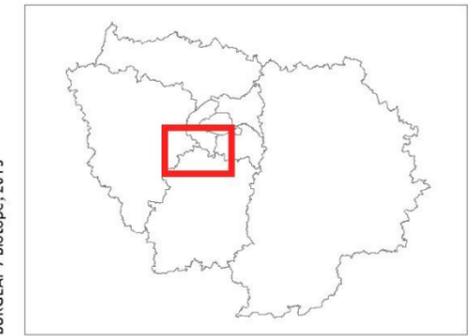
Autres lignes

- Lignes 14 Sud et 15
- Prolongement de la Ligne 18 au delà de 2030
- ▭ Fuseau d'étude

Risques liés au gonflement et retrait des argiles

- Aléa faible
- Aléa moyen
- Aléa fort
- Aléa nul ou négligeable

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, Orthophoto®
 Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2015



1.3.5.3 Impacts et mesures en phase chantier

• Retrait-gonflement des argiles en surface

Les tassements et gonflements causés par les argiles sont susceptibles de causer des dommages au bâti et aux ouvrages eux-mêmes.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

La partie tunnel étant construite sous les argiles vertes, il n'y a pas d'impact du projet sur ces dernières, aucune disposition spécifique n'est donc à prendre.

Pour la partie gares et ouvrages annexes enterrés, la réalisation en parois moulées permet également d'éviter ce risque puisque les parois moulées traversent cette couche sensible au retrait gonflement, et s'ancrent dans les terrains sous-jacents.

Pour la partie viaduc, les fondations pressenties sont de type profond, et elles ne seront donc pas impactées par le phénomène de retrait-gonflement.

Par ailleurs la réalisation du projet ne sera pas susceptible de modifier les conditions hydriques des sols aux alentours des zones de travaux.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Aucun effet résiduel ni mesures d'accompagnement ne sont envisagés.

MESURES DE SUIVI DANS LE TEMPS

En amont et pendant la phase travaux, un examen de surface des zones sensibles sera réalisé. En effet, une auscultation des bâtis sensibles définis lors des études de conception du bâti sera mise en place avant le démarrage de la phase de chantier et sera maintenue en phase travaux.

1.3.6. Impact de la géologie sur les techniques constructives

1.3.6.1 Réalisation du tunnel

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

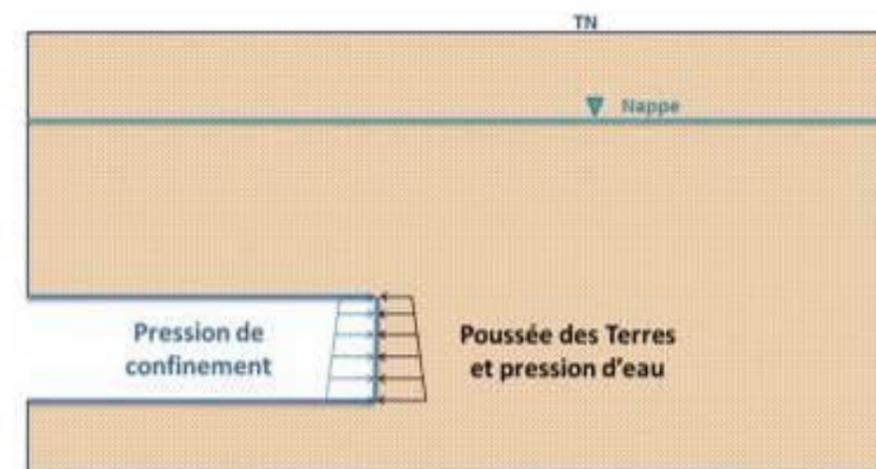


Schéma conceptuel d'une chambre de confinement (à gauche) et de l'absence de confinement (à droite) (Société du grand Paris)

Le contexte géologique et hydrogéologique ainsi que l'environnement urbain et les contraintes du chantier sont différentes pour les deux sections souterraines du tracé.

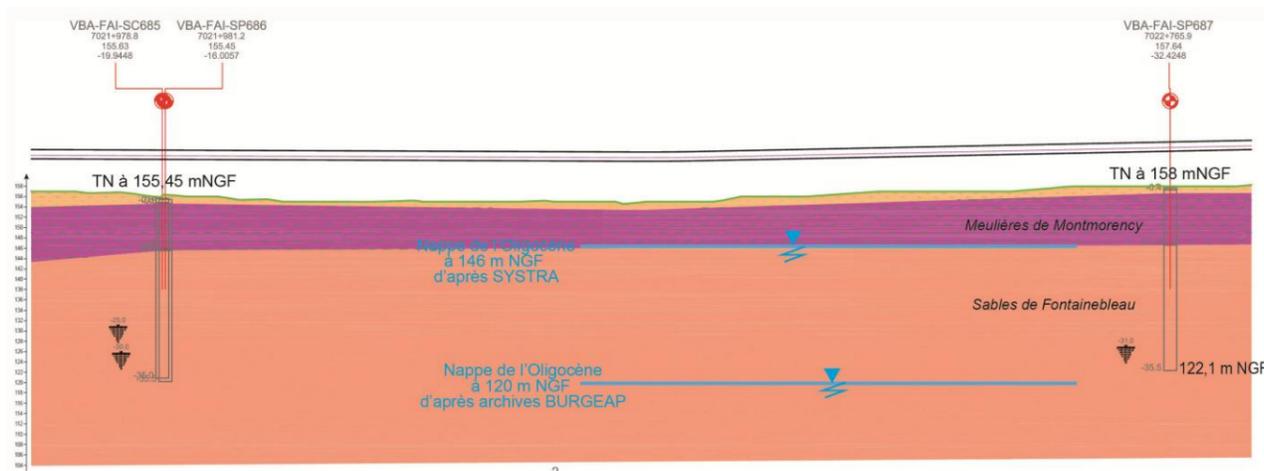
Le choix définitif du mode de confinement devra prendre en compte :

- les résultats de la campagne de reconnaissance G11 montrant :
 - o **la présence de carrières et de gypse** : comme indiqué précédemment, des bancs gypseux au niveau de la commune de Wissous ont été observés lors des études géotechniques G11 mais aucun vide lié à la dissolution du gypse n'a été référencé. La présence d'anciennes carrières souterraines pouvant entraîner des problématiques d'effondrements a été identifiée principalement au niveau de la commune de Guyancourt (avec prescriptions de l'IGC). Les campagnes complémentaires permettront d'affiner et de préciser la présence ou non de vide le long de la Ligne 18 qui pourrait avoir une influence sur la conception de cette machine (équipement du tunnelier pour la réalisation des reconnaissances à l'avancement et le traitement du terrain à partir de la machine, installation des équipements de reconnaissances géophysiques continues à l'avancement...);
 - o **la présence de bancs ou nodules durs (silex, bancs de calcaire silicifiés)** : la présence de bancs ou nodules durs peut avoir une influence sur la conception des tunneliers ;
- la perméabilité des terrains et les charges hydrauliques. Aucun essai de perméabilité n'a été réalisé dans le cadre des reconnaissances G11. Une bonne connaissance des perméabilités des terrains est essentielle afin d'évaluer la pression d'eau qui peut être attendue au front. Elles peuvent avoir une influence importante sur le mode de confinement à retenir. L'analyse des résultats du suivi des piézomètres devra permettre d'estimer les charges hydrauliques à équilibrer avec le tunnelier ;

- la pression de confinement au front est adaptée en fonction de la profondeur du tunnel, de la pression de la colonne de sols et d'eau afin de limiter au maximum les impacts sur la subsurface;
- les emprises de chantiers disponibles ;
- la stratégie de gestion des déblais.

1.3.6.2 Réalisation des fondations du viaduc

Au vu des sondages à ce stade, le profil géologique retenu est présenté sur la figure suivante.



Profil géologique extrapolé sur la partie aérienne du tracé et cote de nappe de l'Oligocène

Le niveau de la nappe a été considéré à 10 m de profondeur du TN soit à environ 146 m NGF, à la tête de la couche sableuse (études préliminaires). Les données issues des archives BURGEAP et de l'atlas des nappes aquifères de la région Parisienne indiquent cependant une cote de nappe de l'Oligocène entre 100 et 130 m NGF au niveau de la section aérienne.

Les piles du viaduc n'interceptent aucune nappe (cf. partie « Eaux souterraines et risques associés »). Les piles du viaduc auront des fondations profondes ancrées dans les Sables de Fontainebleau et traversant les argiles à Meulères de Montmorency. Cette formation peu perméable n'est pas considérée comme un aquifère et renferme des « poches d'eau » qui n'impacteront pas de façon significative les infrastructures. Les méthodes constructives seront affinées en phase de conception par la maîtrise d'œuvre en parallèle de la campagne d'investigation complémentaire. La Société du Grand Paris testera l'agressivité des eaux vis-à-vis du béton, qui peut être attendu au niveau des fondations, pour adapter la bonne méthode de construction de l'infrastructure.

Le choix définitif du mode de fondation devra prendre en compte les résultats de la campagne de reconnaissance G11 montrant la **présence de carrières à ciel ouvert** (au lieu-dit La Torche à Orsay). Les campagnes complémentaires permettront d'affiner et de préciser la présence ou non de vides le long de la Ligne 18 qui pourraient avoir une influence sur l'implantation et la conception des fondations du viaduc.

1.3.7. Impacts et mesures en phase post-chantier

Absence d'impact pour les carrières et les argiles.

Concernant le gypse, le projet aura un impact direct sur l'écoulement des nappes souterraines en phase d'exploitation puisque l'ensemble du projet sera étanche (tunnel étanche et gare sous couvert de paroi moulée). L'obstacle créé par le projet engendrera donc, dans certains secteurs, une modification de l'écoulement souterrain (effet barrage avec un soulèvement à l'amont et un abaissement du niveau d'eau en aval) pouvant générer un risque de dissolution du gypse non négligeable. Cet impact hydrogéologique est traité au chapitre 1.4.

1.3.8. Synthèse des impacts et mesures concernant la géologie et les risques associés

Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Paray-Vieille-Poste, Massy et Wissous (aléa fort très ponctuellement)	Risque de retrait-gonflement des argiles en surface	Phase étude : Enquête du bâti	Aucun	/	Phase chantier : Une auscultation des bâtis sensibles définis lors de la réalisation de l'étude de l'enquête du bâti sera mise en place avant le démarrage de la phase de chantier et sera maintenue en phase travaux.	Intégré au coût des travaux
Plateau de Saclay (aléa moyen principalement entre Palaiseau et Villiers-le-Bâcle)		Phase chantier : La principale mesure d'évitement et de réduction de cet aléa est directement intégrée dans la conception même du projet. Le projet se situe globalement en dessous de ce risque ou le traverse.				
Secteur de Versailles-Guyancourt, en bordure de la vallée de la Bièvre (aléa moyen)						
Au niveau du ruisseau de Rungis (présence non confirmée par missions G11) Au lieu-dit La Torche à Orsay (à 100 m du tracé de référence)	Risque d'effondrement lié à la présence potentielle d'une zone d'ancienne carrière à ciel ouvert	Phase étude : positionnement du tracé en dehors des zones à risque connu Phase chantier : - Investigations des anciennes carrières avant le chantier - Mise en œuvre d'un système de reconnaissance géophysique à l'avancement	Aucun	/	Phase chantier : Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux	Fonction des marchés publics contractés Et/ou Intégré au coût des travaux
Guyancourt	Risque d'effondrement lié à la présence potentielle d'une zone de carrière souterraine - Enquête du bâti - Injection et/ou comblement des anciennes carrières identifiées					
Section Orly – Palaiseau Dans le secteur de Wissous : pour le tunnel et la gare Antonypôle	Risque d'activation de la dissolution du gypse	Phase étude : - Reconnaissances adaptées avant le chantier - Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel Phase chantier : Technique de construction des gares adaptée à la potentielle présence de gypse Phase post-chantier : voir chapitre Eaux souterraines et risques associés	Aucun	/	Phase chantier : Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux Phase post-chantier : voir chapitre Eaux souterraines et risques associés	Fonction des marchés publics contractés Et/ou Intégré au coût des travaux

Légende : Impact résiduel nul/négligeable Impact résiduel faible Impact résiduel modéré Impact résiduel fort Impact résiduel positif

La campagne de reconnaissance niveau G12 (en cours de réalisation) et qui sera complétée lors de la campagne de niveau G2 phase Projet permettront de préciser la géologie au droit du projet. A cette phase d'études, le niveau d'incertitudes est acceptable.

1.4. Eaux souterraines et risques associés

La réalisation d'un projet d'infrastructure, de type métro partiellement souterrain, est susceptible de modifier les écoulements d'eau et ainsi d'avoir une incidence sur la (ou les) nappe(s) d'eau souterraine qu'il recoupe. Ce chapitre présente les différents types d'impacts induits par le projet sur le contexte hydrogéologique du fuseau d'étude en phase travaux et en phase exploitation.

1.4.1. Rappel des principales caractéristiques hydrogéologiques et enjeux identifiés

Au niveau de la Ligne 18, les formations géologiques rencontrées, et étudiées dans le chapitre Géologie et risques associés dédié de la présente étude, sont les suivantes :

Coupe stratigraphique	Unité lithographique	Nature hydrogéologique
	Limons des Plateaux	
	Argiles à Meulière	
	Sables de Fontainebleau	Aquifères
	Marnes à huîtres	Semi-perméables
	Calcaire de Brie	Aquifère
	Argile verte	Peu perméable
	Marnes supra-gypseuses Marnes de Pantin ou Marnes supra-gypseuses Marnes d'Argenteuil	Semi-perméables
	Masses et Marnes du gypse ou Calcaire de Champigny	Peu perméables (Masses et Marnes du gypse) ou Aquifère (Calcaire de Champigny)
	Marnes à Pholadomyes - 4e Masse - Sables de Monceau	Semi-perméables
	Marno-calcaire de Saint-Ouen	Aquifère
	Sables de Beauchamp	Aquifères

Log géologique rencontré au niveau du secteur d'étude

Les résultats des études géotechniques conduites par la Société du Grand Paris lors de la mission G1, montrent que la géométrie des strates est relativement plane le long de la Ligne 18. La structure géologique est homogène (absence de faille ou d'accident tectonique majeur), les séries

géologiques se suivent donc très bien sur l'ensemble du fuseau d'étude. Les études géotechniques ont identifié trois secteurs à la géologie remarquable :

- **A l'Est du fuseau de la Ligne 18, de Paray-Vieille-Poste jusqu'à Massy** : la succession lithologique est composée de haut en bas, sous d'éventuels remblais et de Limons des plateaux, des formations Oligocène. Les Sables de Fontainebleau et les Marnes à huîtres sont érodées (sauf localement entre Antony et Massy) et laissent place directement au Calcaire de Brie dans ce secteur. Viennent ensuite les formations de l'Eocène supérieur composées des marnes supragypseuses, des Masses et marnes du gypse puis plus profondément, du Calcaire de Saint-Ouen.
- **Partie centrale et ouest du fuseau de la Ligne 18, de Palaiseau jusqu'à l'Est de Satory** : les formations géologiques de l'Oligocène, et en particulier les Sables de Fontainebleau, sont présents sur une épaisseur de plus de 60 mètres. Ces sables se trouvent sous d'éventuels remblais, Limons des plateaux et surtout sous les Argiles à meulière de Montmorency de l'Oligocène d'une épaisseur de 3 à 8 m.
- **A l'extrémité nord-ouest du fuseau de la Ligne 18 au niveau de Versailles** : la formation des Sables de Fontainebleau est moins épaisse dans ce secteur (d'environ 15 à 20 m), viennent ensuite les Marnes à huîtres (environ 3 m d'épaisseur), le Calcaire de Brie (1,5 à 3 m d'épaisseur) et les Argiles vertes (3 à 4 m d'épaisseur environ). Sous cette série Oligocène viennent les Marnes supragypseuses et les Masses et marnes du gypse suivies des Sables verts infragypseux et du Calcaire de Saint-Ouen. Cette série géologique de l'Eocène supérieur s'étend sur une épaisseur totale de plus de 20 mètres.

Le fuseau d'étude de la Ligne 18 est marqué par la Vallée de la Bièvre notamment. Au niveau du plateau d'Orly (extrémité ouest de la plate-forme de Brie), la Bièvre et ses affluents ont creusé des vallées assez peu prononcées. Les Sables de Fontainebleau érodés, n'existent que localement sous forme de buttes témoins, et notamment sur les communes d'Antony et de Massy. A partir de la commune de Palaiseau, le plateau de Saclay est entaillé par quelques vallées profondes, et en particulier par celle de la Bièvre entre les communes de Guyancourt et de Versailles. Les limites de ce plateau sont parfois armées par les bancs de grès existant au sommet des Sables de Fontainebleau, c'est notamment le cas à proximité de la N118 sur la commune d'Orsay, et sur le flanc nord de la vallée de la Mérantaise sur les communes de Châteaufort et de Magny-les-Hameaux.

Trois grands aquifères multicouches sont recoupés par le fuseau d'étude de la Ligne 18, mais seulement 2 (en gras) sont recoupés par les ouvrages de par leur profondeur :

- **l'Oligocène (sables de Fontainebleau, marnes à huîtres et calcaire de Brie) ;**
- **l'Eocène supérieur (marne supragypseuses (marnes de Pantin), masse et marnes du gypse, marno-calcaire de Saint-Ouen et sables de Beauchamp) ;**
- l'Eocène moyen et inférieur constitué des couches supérieures de la série Yprésienne (marnes et caillasses, calcaires grossiers (Cg), sables, argiles plastiques).

Sur le linéaire de la Ligne 18, les remarques suivantes, concernant le fonctionnement hydrogéologique des terrains en places, peuvent être faites :

- au-dessus de la formation perméable des sables de Fontainebleau il existe localement (sur le secteur compris entre Palaiseau et Guyancourt), la formation peu perméable des argiles à meulière de Montmorency de l'Oligocène. Cette formation n'est pas considérée comme un aquifère sensu stricto, puisqu'elle est peu perméable. Elle est cependant susceptible de renfermer des « poches d'eau » de dimension variable à la faveur d'horizons sableux ;
- **l'aquifère de l'Oligocène** est limité en partie inférieure par les formations peu perméables de l'argile verte d'âge Sannoisien et les marnes supragypseuses (marnes de Pantin et marnes d'Argenteuil) d'âge Bartonien supérieur. L'interface semi-perméable constituée par les marnes à huîtres est susceptible de séparer hydrauliquement et de manière significative les deux formations perméables que sont les sables de Fontainebleau et le marno-calcaire de Brie.
 - o D'une manière générale, et d'après les relevés piézométriques des missions géotechniques, il ne semble pas apparaître de différences de niveau de charge relativement important entre ces deux réservoirs aquifères. Des investigations complémentaires comprenant la pose de nouveaux piézomètres qui capteront spécifiquement l'aquifère contenu dans les sables de Fontainebleau ou l'aquifère contenu dans les calcaires de Brie permettront de préciser ce phénomène notamment au niveau de Palaiseau ;
 - o l'écoulement général de la nappe de l'Oligocène est orienté du nord-ouest vers le sud-est, mais elle est rapidement influencée par la vallée : les lignes de courant changent alors de direction et convergent vers les rivières de la Bièvre au nord et de l'Yvette au sud du fuseau. La piézométrie du réservoir s'échelonne entre 80 et 137 m NGF.
- **l'aquifère de l'Eocène supérieur**. C'est un aquifère multicouche qui est limité en partie inférieure par le sommet semi-perméable des marnes et caillasses d'âge Lutétien supérieur.
 - o Le niveau piézométrique de la nappe contenue dans les marnes supragypseuses (marnes de Pantin) s'équilibre entre 71 et 65 m NGF sur la partie est du fuseau ;
 - o la nappe contenue dans la formation des masses et marnes du gypse (sous la formation des marnes de Pantin et des marnes d'Argenteuil), plutôt peu perméables, se situe entre 50 m NGF au niveau de la commune de Wissous et 53 m NGF au niveau de la commune de Massy, d'après les piézomètres réalisés lors de la mission G11 ;
 - o la nappe contenue dans la formation des calcaires de Saint-Ouen perméable, se situe entre 80 m NGF au niveau de la commune de Massy et 50 m NGF au niveau de la commune d'Antony, d'après les archives disponibles.

La présence de nappes souterraines peu profondes (l'Eocène supérieur et Oligocène) concerne les secteurs Est et Nord-Ouest du fuseau d'étude.

Concernant **l'usage des eaux**, peu de zones de prélèvement ont été identifiées dans le fuseau d'étude :

- pas de captage AEP ;
- 2 captages géothermiques ;
- quelques captages industriels qui captent la nappe de l'Eocène supérieur et la nappe de l'Eocène inférieur et moyen au niveau de Massy et Wissous.

Concernant la **qualité des eaux**, deux zones impactées par une pollution des eaux ont été identifiées : une zone dans le secteur de Massy, au droit de l'ancienne zone industrielle, et une zone dans le secteur d'Orly au niveau de laquelle une pollution notoire (aux hydrocarbures totaux) a pu être identifiée.

Enfin, le territoire comprend plusieurs zones où **l'aléa de remontée de nappe** est fort à très fort. Les parties est et nord-ouest du fuseau sont plus concernées en raison de la présence des vallées de la Bièvre et de l'Yvette et du contexte hydrogéologique existant. La partie centrale du fuseau de la Ligne 18 est moins concernée par cet aléa.

1.4.2. Positionnement de l'infrastructure vis-à-vis des aquifères

La Ligne 18 comprend deux sections en souterrain qui s'étendent sur environ 21,5 km, entre Orly/Palaiseau (partie Est de la Ligne 18) et entre Magny-les-Hameaux/Versailles Chantiers (partie nord-ouest de la Ligne 18), et une partie aérienne de Palaiseau jusqu'à Magny-les-Hameaux (partie centrale de la Ligne 18) qui s'étend sur environ 14 km.

Les parties implantées dans le milieu souterrain recoupent successivement :

- à l'est de la Ligne 18, dans le secteur souterrain entre Orly et Palaiseau : l'aquifère de l'Oligocène et l'aquifère de l'Eocène supérieur (nappe des Marnes supragypseuses et Masses et marnes du gypse) sur un linéaire d'environ 12,5 km ;
- au nord-ouest de la Ligne 18, dans le secteur souterrain entre Magny-Les-Hameaux et Versailles: l'aquifère de l'Oligocène sur un linéaire d'environ 9 km.

Du point de vue hydrogéologique, le projet rencontrera les **nappes** suivantes :

- La nappe des Argiles à meulière ;
- La nappe libre des Sables de Fontainebleau, retenue par les marnes à huîtres, existe entre Palaiseau et Versailles. Il s'agit d'une nappe difficile à rabattre du fait de la finesse et de l'homogénéité de la granularité des sables ;
- La nappe libre du calcaire de Brie, retenue par l'argile Verte, favorise son fluage à l'affleurement ;
- La nappe captive des marnes de Pantin, retenue par les marnes d'Argenteuil, correspond à une nappe circulant dans les fractures ;
- La nappe captive des masses et marnes du gypse.

Le tableau suivant présente, de l'est vers le nord-ouest, les interactions potentielles entre le projet et les nappes présentes :

Secteur	Position du tunnel	Aquifère
Orly- 700 m avant gare d'Aéroport d'Orly (OA1) et 650 m après la gare (OA 2)	Dans la nappe des marnes de Pantin	marnes supragypseuses de l'Eocène supérieur
OA 2 à Orly jusqu'à l'OA 7 à Wissous	Dans la nappe des masses et marnes du gypse	Masses et marnes du gypse de l'Eocène supérieur
De l'OA 7 à Wissous (840 m avant la gare d'Antony) jusqu'à OA9 à Massy (745m après la gare Massy-Opéra)	Dans la nappe des marnes de Pantin	marnes supragypseuses de l'Eocène supérieur
OA9 à Massy (745 m après la gare Massy-Opéra) jusqu'à l'OA 11 (687m avant la gare Massy-Palaiseau)	Dans la nappe des masses et marnes du gypse	Masses et marnes du gypse de l'Eocène supérieur
OA 11 (687 m avant la gare Massy-Palaiseau) jusqu'à 730 m après la gare Massy Palaiseau au niveau de l'OA 12	Dans la nappe des marnes de Pantin	Masses et marnes du gypse de l'Eocène supérieur
730 après la gare Massy Palaiseau au niveau de l'OA 12 jusqu'à l'OA 14 (2412 m avant la gare Palaiseau)	Dans la nappe de l'Oligocène (770 m de linéaire) puis au-dessus de la nappe de l'Oligocène de l'OA 13 à l'OA14	Oligocène : calcaire de Brie, sables de Fontainebleau
300 m après OA 14 jusqu'à 500m avant OA 15	Partie aérienne de la Ligne 18	
1704 m avant la gare Saint-Quentin-Est (OA 15) jusqu'à l'OA 20 (1579 m avant la gare Satory)	Au-dessus de la nappe de l'Oligocène (sables de Fontainebleau) et poche d'eau dans les argiles à meulière de Montmorency	Oligocène : sables de Fontainebleau et argiles à meulière de Montmorency
Secteur Guyancourt (passage de la vallée de la Bièvre) : de l'OA 20 jusqu'à l'OA 21 (linéaire de 796 m)	Dans la nappe de l'Oligocène (sables de Fontainebleau)	Oligocène : sables de Fontainebleau et argiles à meulière de Montmorency
De l'OA 21 jusqu'à 740 m avant la gare Versailles Chantiers (OA 23)	Au-dessus de la nappe de l'Oligocène (sables de Fontainebleau) et poche d'eau dans les argiles à meulière de Montmorency	sables de Fontainebleau et argiles à meulière de Montmorency
823 m avant la gare Versailles Chantiers (OA 23) jusqu'à l'OA 24 situé 527 m après la gare Versailles-Chantier (linéaire de 1350 m)	Dans la nappe de l'Oligocène	calcaire de Brie, sables de Fontainebleau

Position du tunnel vis-à-vis des nappes

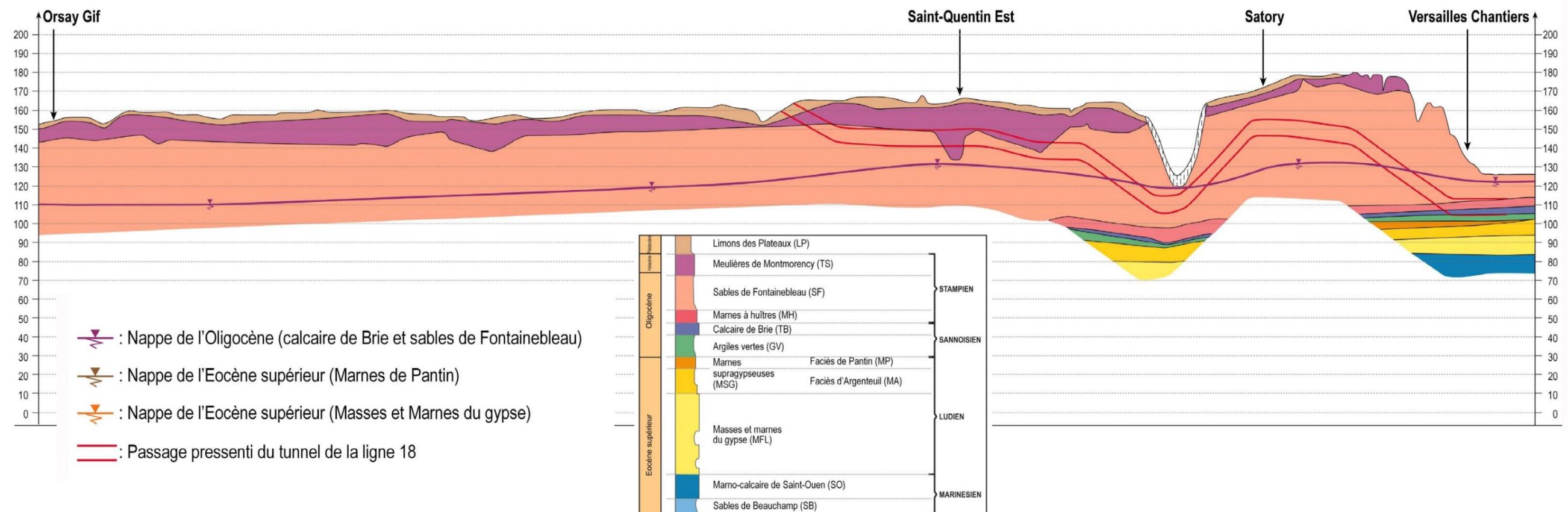
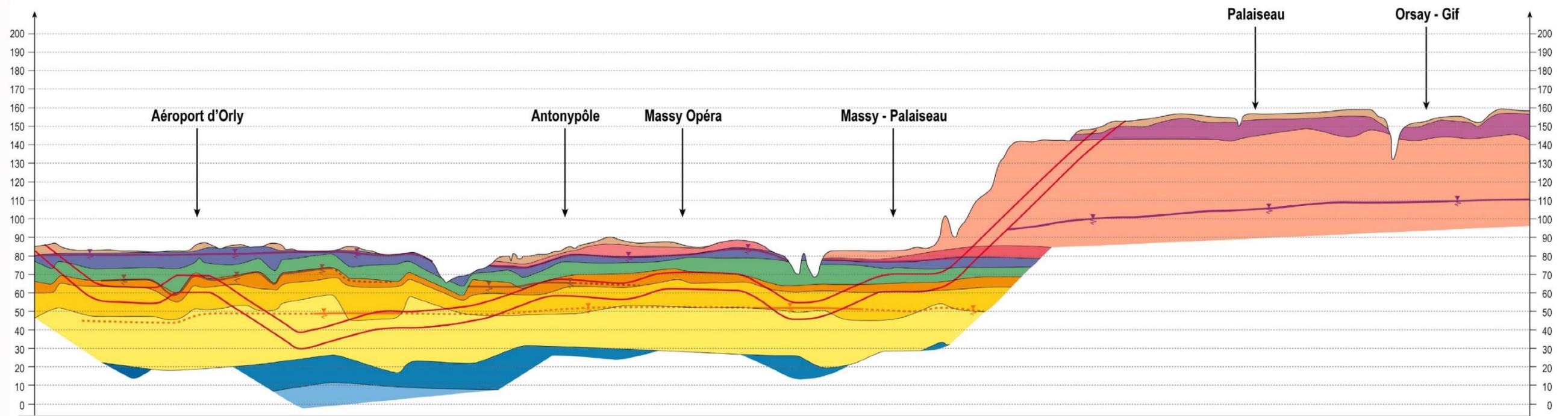
La structure du **viaduc** s'inscrit quant à elle successivement dans les formations aquifères suivantes :

- **Pour les semelles :** dans la formation peu perméable des argiles à meulière de Montmorency de l'Oligocène. Cette formation n'est pas considérée comme un aquifère *sensu stricto*, puisque cette formation n'est pas perméable. Elle est cependant susceptible de renfermer des « poches d'eau » (lentilles sableuses) de dimension variable ;
- **Pour les pieux** (cas le plus impactant prévus à ce stade des études à environ à 25 m de profondeur avec une dimension de 1,2 m de diamètre) : au-dessus de la nappe de l'Oligocène contenue dans la formation perméable des sables de Fontainebleau.

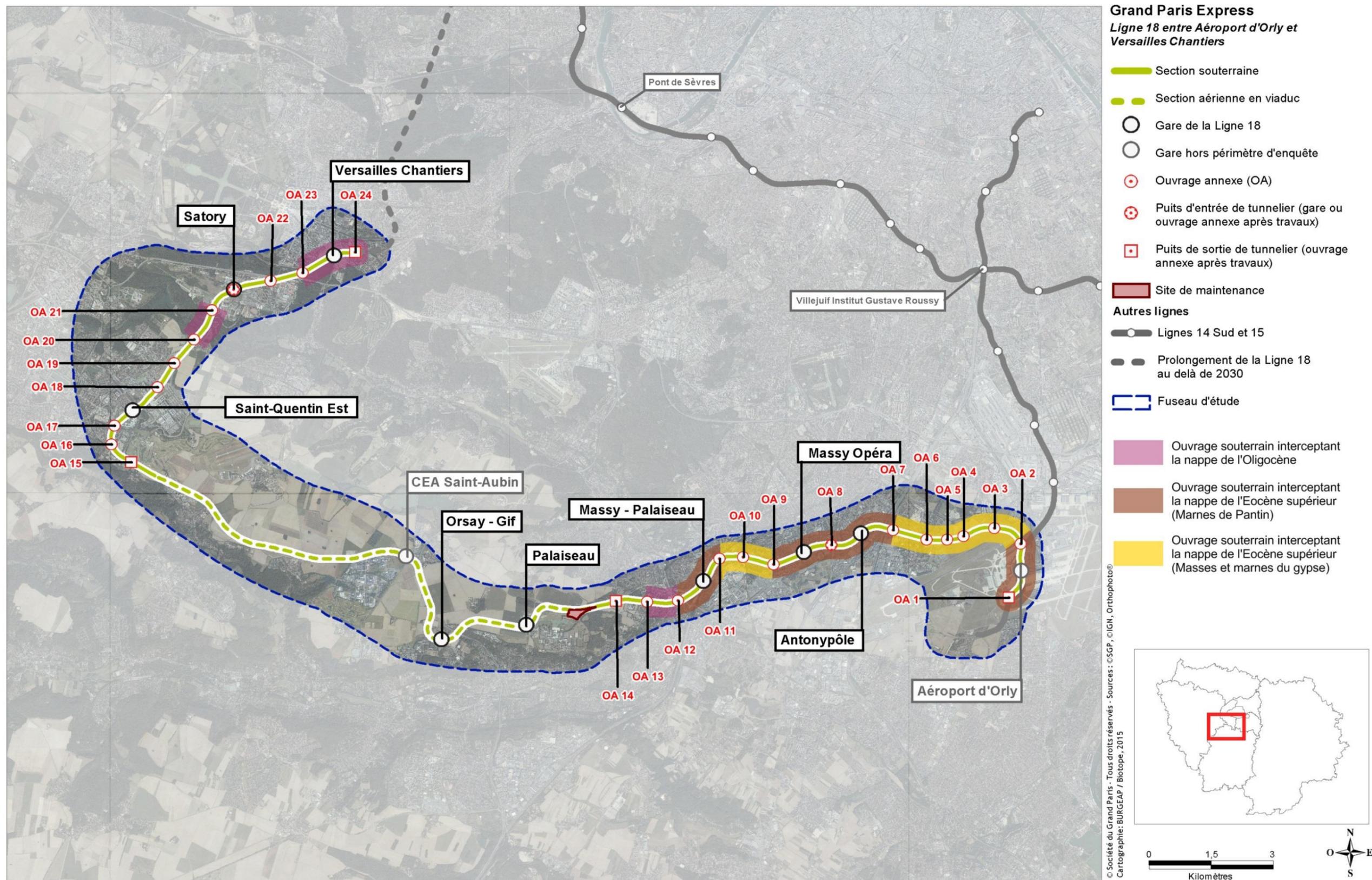
Les investigations complémentaires réalisées dans le cadre de la campagne géotechnique G2 permettront d'affiner la connaissance de la géologie et de l'hydrogéologie, des relevés faits lors de la G11, au droit du tunnel et des ouvrages de la Ligne 18.

Les coupes géologiques et hydrogéologiques simplifiées au droit de la Ligne 18 présentées pages suivantes permettent de visualiser les variations stratigraphiques le long de la Ligne 18 et d'appréhender la position du tunnel, des ouvrages et des fondations du viaduc vis-à-vis des aquifères et des nappes en présence. Ces informations ont permis la réalisation de la carte d'intersection du projet de la Ligne 18 avec les différentes nappes présentée ci-après.

Coupe géologique simplifiée au droit du tracé de la Ligne 18- d'est vers l'ouest
 (Données issues du croisement des données bibliographiques et des campagnes géotechniques)



Interception de l'infrastructure de la Ligne 18 avec les nappes



1.4.3. Implantation des ouvrages vis-à-vis du contexte géologique

L'implantation des gares et ouvrages annexes vis-à-vis du contexte géologique et hydrogéologique est résumé dans le tableau et les cartes pages suivantes (fiches gares).

Aquifère et aquifères et nappes intersectées par les différentes gares et ouvrages annexes de la ligne 18

Gare	« Poches » d'eau dans les argiles à meulière de Montmorency	Aquifère de l'Oligocène		Aquifère de l'Eocène supérieur	
		Nappe des sables de Fontainebleau	Nappe du calcaire de Brie	Nappe des marnes de Pantin	Nappe des masses et marnes du gypse
Aéroport d'Orly* ¹ (hors périmètre d'étude de la Ligne 18)			x	X	
OA1 et OA2			x	x	
OA3, OA 4, OA5 et OA 6			x	x	x
OA 7			x	x	
Antony-pôle			x	x	
OA 8			x	x	x
Massy Opéra			x		
OA 9			x		
OA 10					x
OA 11			x	x	
Massy-Palaiseau			x	x	
OA 12			x		
OA 13		x			
OA 14					
Palaiseau	Section du tracé en aérien- gare aérienne				
Orsay-Gif					
Mesures conservatoires CEA Saint-Aubin* ²					
OA15, OA16 et OA17	x				
Saint-Quentin Est	x				
OA18 et OA19	x				

OA20 et OA21		x			
Satory	x				
OA22					
OA23		x			
Versailles Chantiers		x	x		
OA24		x	x		

*¹ La gare Aéroport d'Orly est une gare double, accueillant les terminus des Lignes 14 Sud et 18. A ce titre elle est traitée dans l'étude d'impact de la Ligne 14 sud et ne fait pas partie du périmètre de l'enquête de la présente étude. Sa position vis-à-vis des aquifères est donné ici pour rappel.

*² La gare CEA Saint-Aubin n'est pas incluse dans le présent projet soumis à enquête publique en raison des incertitudes subsistant à l'heure actuelle sur les modalités de réalisation de cette gare en lien avec l'évolution du périmètre de danger. Les mesures conservatoires pour permettre la réalisation de cette gare dès que possible font partie intégrante du présent dossier.

Tous les ouvrages de la Ligne 18 prévus en souterrain, y compris le tunnel selon les hypothèses des études menées par la Société du Grand Paris, recoupent une ou plusieurs formations aquifères.

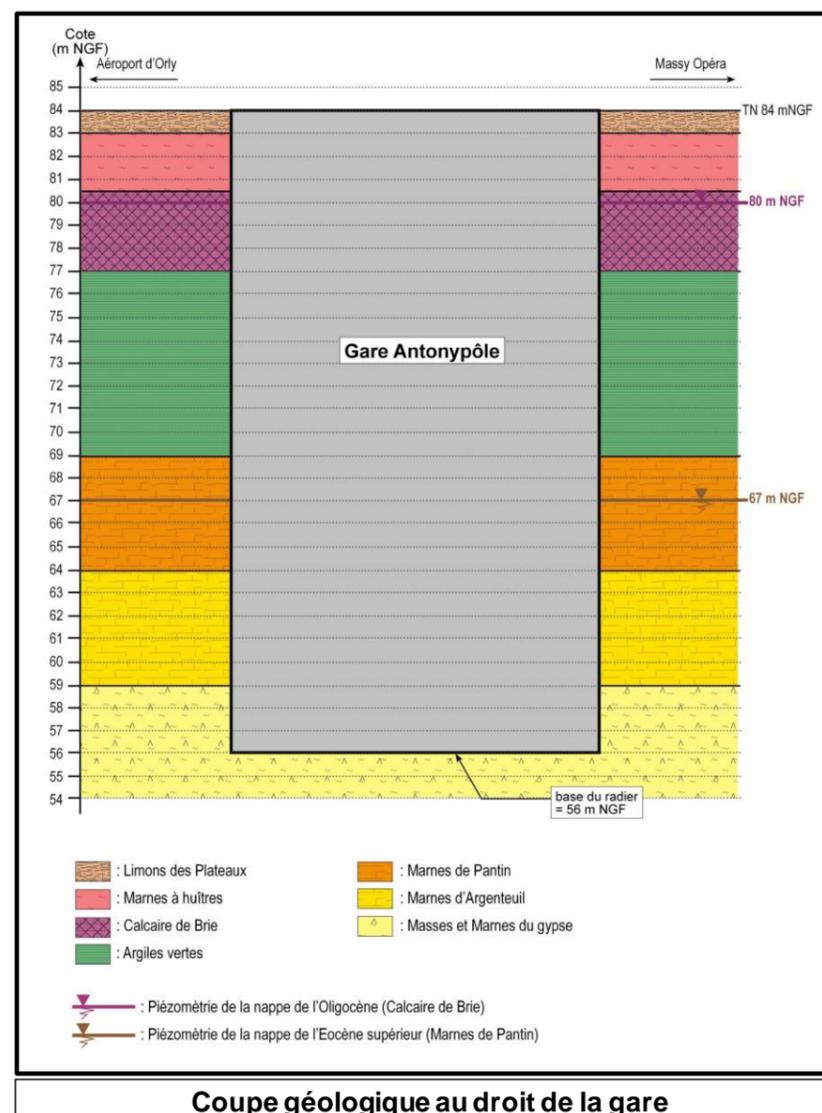
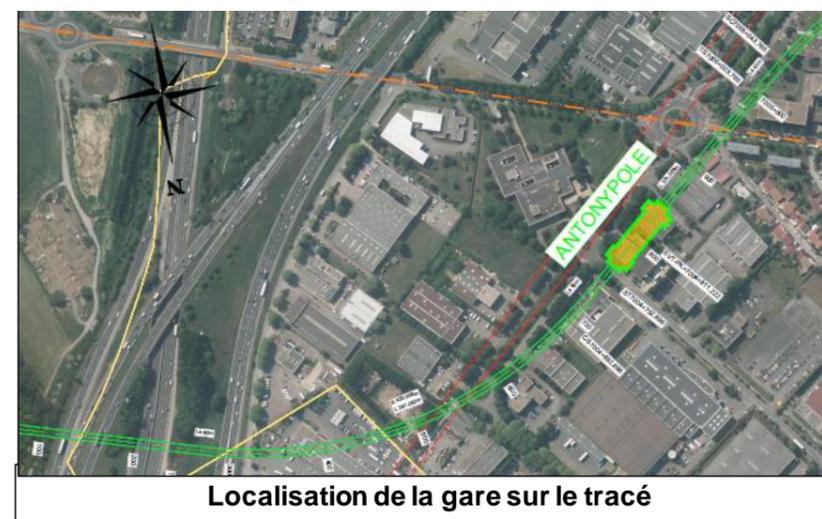
Cette situation induit des contraintes réglementaires et constructives importantes (cf. paragraphes suivants).

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare Antonypôle



FICHE DE SYNTHÈSE N° 1
Antonypôle

DONNEES CONSTRUCTIVES			
Cote du TN	84 m NGF	Cote de la base du radier	56 m NGF
Géologie		Hydrogéologie	
Formation	Epaisseur (m)	Nappes concernées par le projet	Niveaux des nappes concernées
Limons des plateaux	1	- Nappe du Calcaire de Brie de l'Oligocène - Nappe des Marnes de Pantin de l'Eocène supérieur	=> 80 m NGF pour la nappe de l'Oligocène => 67 m NGF pour la nappe de l'Eocène supérieur (MP)
Marnes huîtres	2,5		
Calcaire de Brie	3,5		
Argiles vertes	8		
Marnes de Pantin	5		
Marnes de d'Argenteuil	5		
SOLUTIONS CONSTRUCTIVES LIMITANT LES DEBITS D'EPUISEMENT			
<p>L'ouvrage étanche sera ancré dans les Marnes d'Argenteuil peu perméables et les parois moulées occulteront l'ensemble des arrivées d'eau venant de la nappe de l'Oligocène ou de la nappe de l'Eocène supérieur (Marne de Pantin) - Aucun débit significatif n'est attendu en phase travaux, il y aura simplement un volume d'eau à "vidanger" au sein de l'enceinte étanche</p>			



Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare Massy Opéra

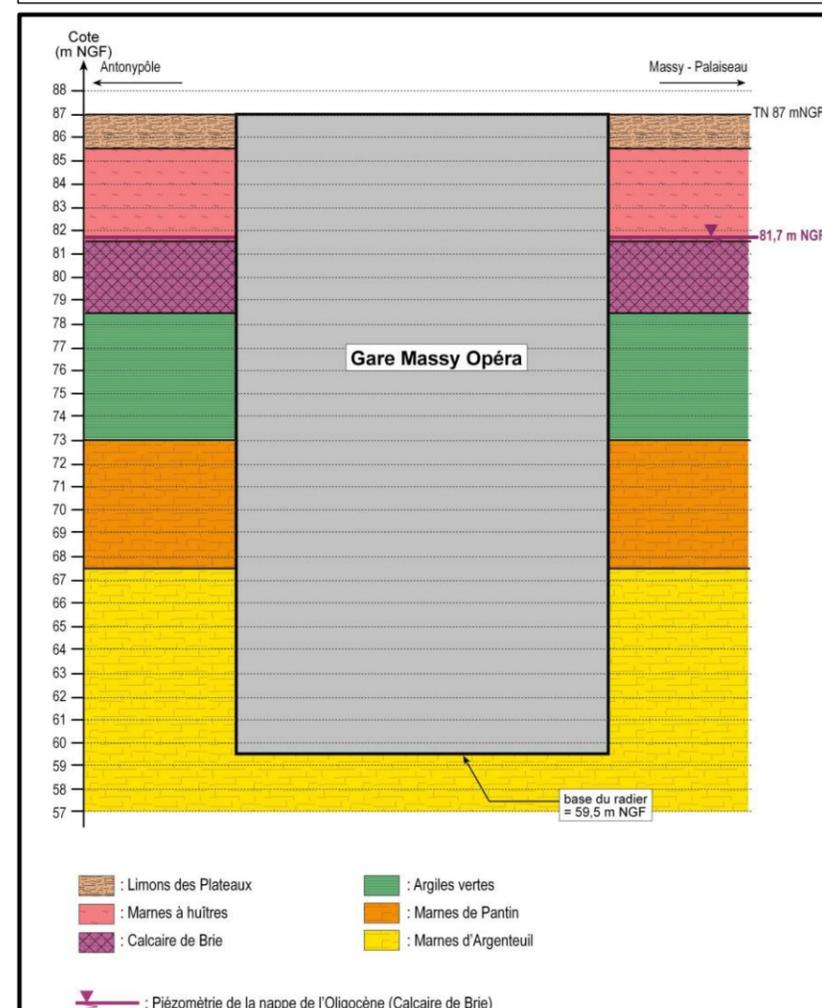


FICHE DE SYNTHÈSE N° 2
Massy Opéra

DONNEES CONSTRUCTIVES			
Cote du TN	87 m NGF	Cote de la base du radier	59,5 m NGF
Géologie		Hydrogéologie	
Formation	Epaisseur (m)	Nappes concernées par le projet	Niveaux des nappes concernées
Limons des plateaux	1,5	- Nappe du Calcaire de Brie de l'Oligocène	81,7 m NGF
Marnes huîtres	4		
Calcaire de Brie	3		
Argiles vertes	5,5		
Marnes de Pantin	5,5		
Marnes de d'Argenteuil	15		
SOLUTIONS CONSTRUCTIVES LIMITANT LES DEBITS D'EPUISEMENT			
<p>L'ouvrage étanche sera ancré dans les Marnes d'Argenteuil peu perméables et les parois moulées occulteront l'ensemble des arrivées d'eau venant de la nappe de l'Oligocène ou de la nappe de l'Eocène supérieur (Marne de Pantin) - Aucun débit significatif n'est attendu en phase travaux, il y aura simplement un volume d'eau à "vidanger" au sein de l'enceinte étanche</p>			



Localisation de la gare sur le tracé



Coupe géologique au droit de la gare

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare Massy-Palaiseau

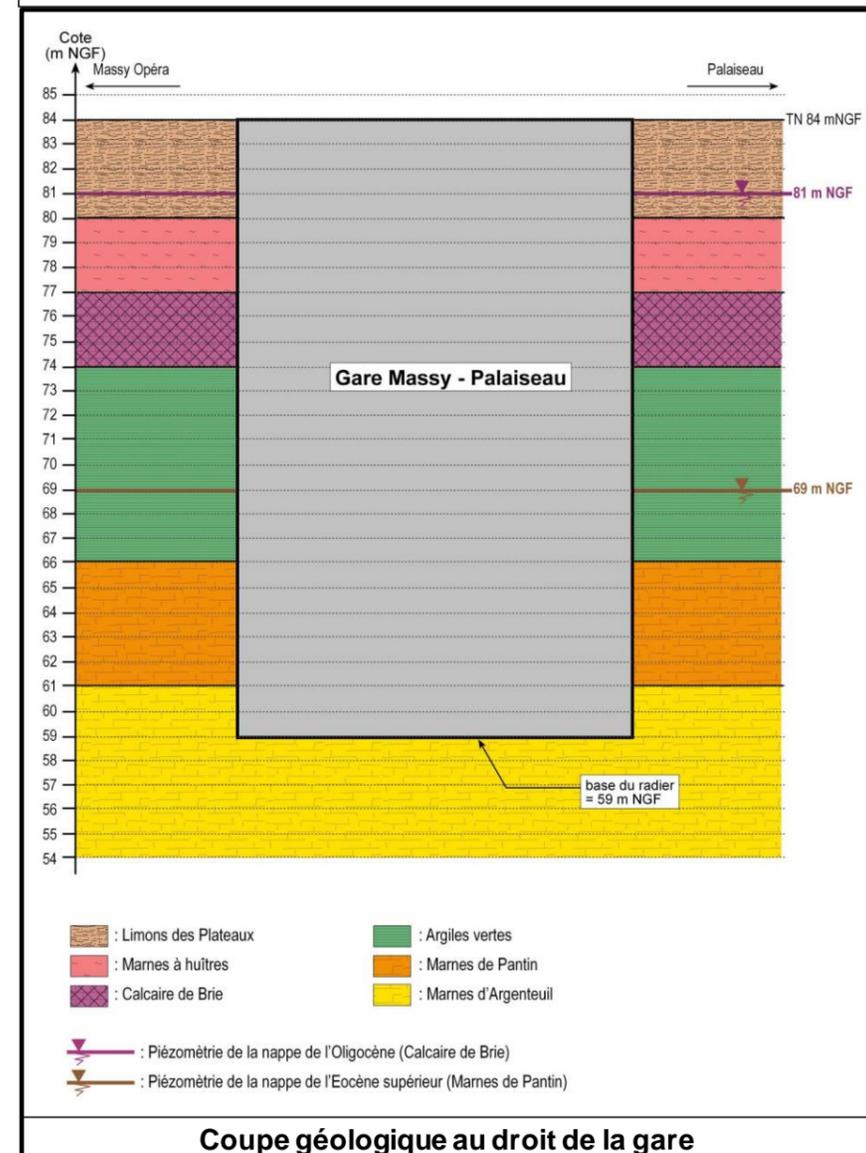


FICHE DE SYNTHÈSE N° 3
Massy-Palaiseau

DONNEES CONSTRUCTIVES			
Cote du TN	84 m NGF	Cote de la base du radier	59 m NGF
Géologie		Hydrogéologie	
Formation	Epaisseur (m)	Nappes concernées par le projet	Niveaux des nappes concernée
Limons des plateaux	4	- Nappe du Calcaire de Brie de l'Oligocène - Nappe des Marnes de Pantin de l'Eocène supérieur	81 m NGF pour la nappe de l'Oligocène 69 m NGF pour la nappe de l'Eocène supérieur (MP)
Marnes huîtres	3		
Calcaire de Brie	3		
Argiles vertes	8		
Marnes de Pantin	5		
Marnes de d'Argenteuil	13,5		
SOLUTIONS CONSTRUCTIVES LIMITANT LES DEBITS D'EPUISEMENT			
<p>L'ouvrage étanche sera ancré dans les Marnes d'Argenteuil peu perméables et les parois moulées occulteront l'ensemble des arrivées d'eau venant de la nappe de l'Oligocène ou de la nappe de l'Eocène supérieur (Marne de Pantin) -</p> <p>Aucun débit significatif n'est attendu en phase travaux, il y aura simplement un volume d'eau à "vidanger" au sein de l'enceinte étanche</p>			



Localisation de la gare sur le tracé



Coupe géologique au droit de la gare



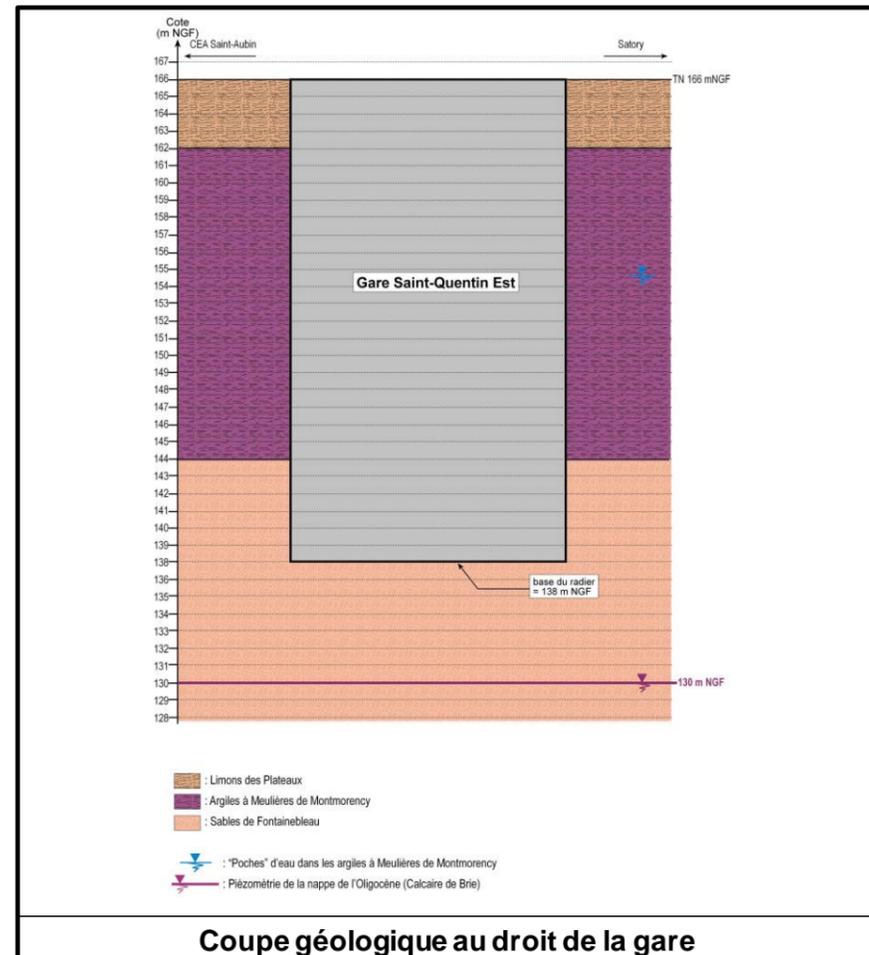
**FICHE DE SYNTHESE N° 4
Saint-Quentin Est**

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare Saint-Quentin Est



Localisation de la gare sur le tracé

DONNEES CONSTRUCTIVES			
Cote du TN	166 m NGF	Cote de la base du radier	138 m NGF
Géologie		Hydrogéologie	
Formation	Epaisseur (m)	Nappes concernées par le projet	Niveaux des nappes concernées
Limons des Plateaux	4	"Poches" d'eau dans les Argiles à Meulière de Montmorency - Nappe de l'Oligocène (SF)	154,4 m NGF (MM)
Argiles à Meulière de Montmorency	18		130 m NGF (SF)
Sables de Fontainebleau	>15		
SOLUTIONS CONSTRUCTIVES LIMITANT LES DEBITS D'EPUISEMENT			
<p>L'ouvrage étanche sera ancré dans Argiles à Meulière de Montmorency peu perméable et dans les sables de Fontainebleau perméables (la nappe se situe sous le fond de fouille) et les parois moulées occulteront l'ensemble des arrivées d'eau si nécessaire - Aucun débit significatif n'est attendu en phase travaux</p>			



Coupe géologique au droit de la gare

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare Satory

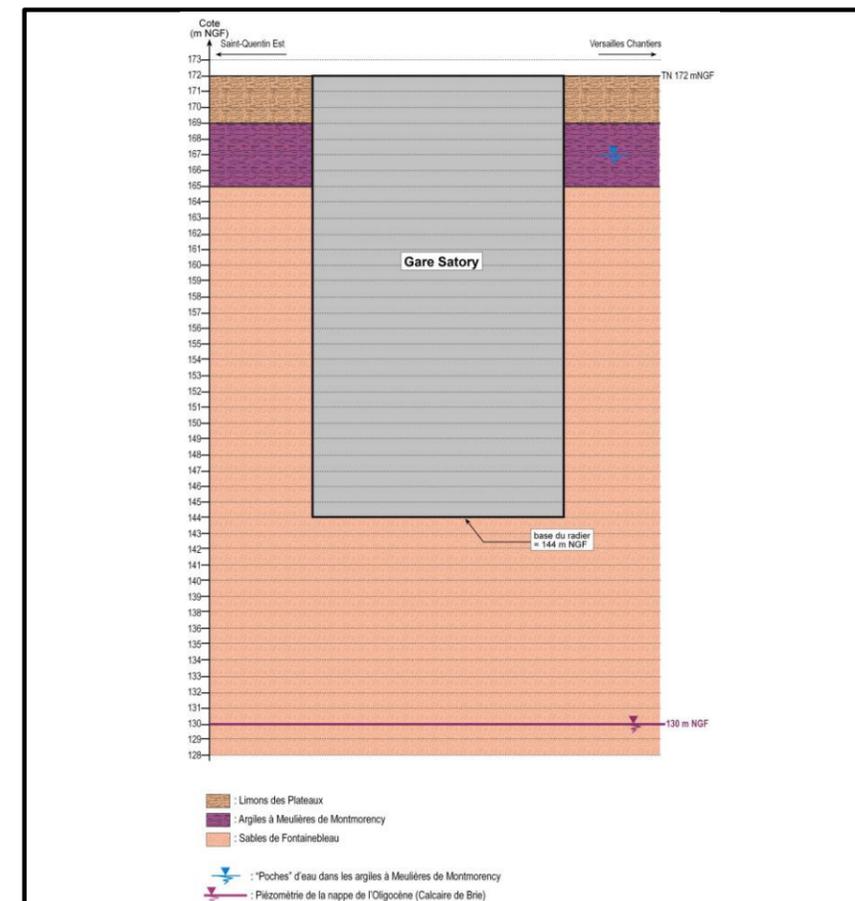


FICHE DE SYNTHESE N° 5
Satory

DONNEES CONSTRUCTIVES			
Cote du TN	172 m NGF	Cote de la base du radier	144 m NGF
Géologie		Hydrogéologie	
Formation	Epaisseur (m)	Nappes concernées par le projet	Niveaux des nappes concernées
Limons des Plateaux	3	"Poches" d'eau dans les argiles à Meulières de Montmorency et nappe de l'Oligocène en dessous du fond de fouille (peu de données piézométriques disponibles)	130 m NGF (SF)
Argiles à Meulières de Montmorency	4		
Sables de Fontainebleau	>15		
SOLUTIONS CONSTRUCTIVES LIMITANT LES DEBITS D'EPUISEMENT			
<p>L'ouvrage étanche sera ancré dans les Sables de Fontainebleau perméables (la nappe se situe sous le fond de fouille) et les parois moulées occulteront l'ensemble des arrivées d'eau si nécessaire - Aucun débit significatif n'est attendu en phase travaux</p>			



Localisation de la gare sur le tracé



Coupe géologique au droit de la gare

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare Versailles Chantiers

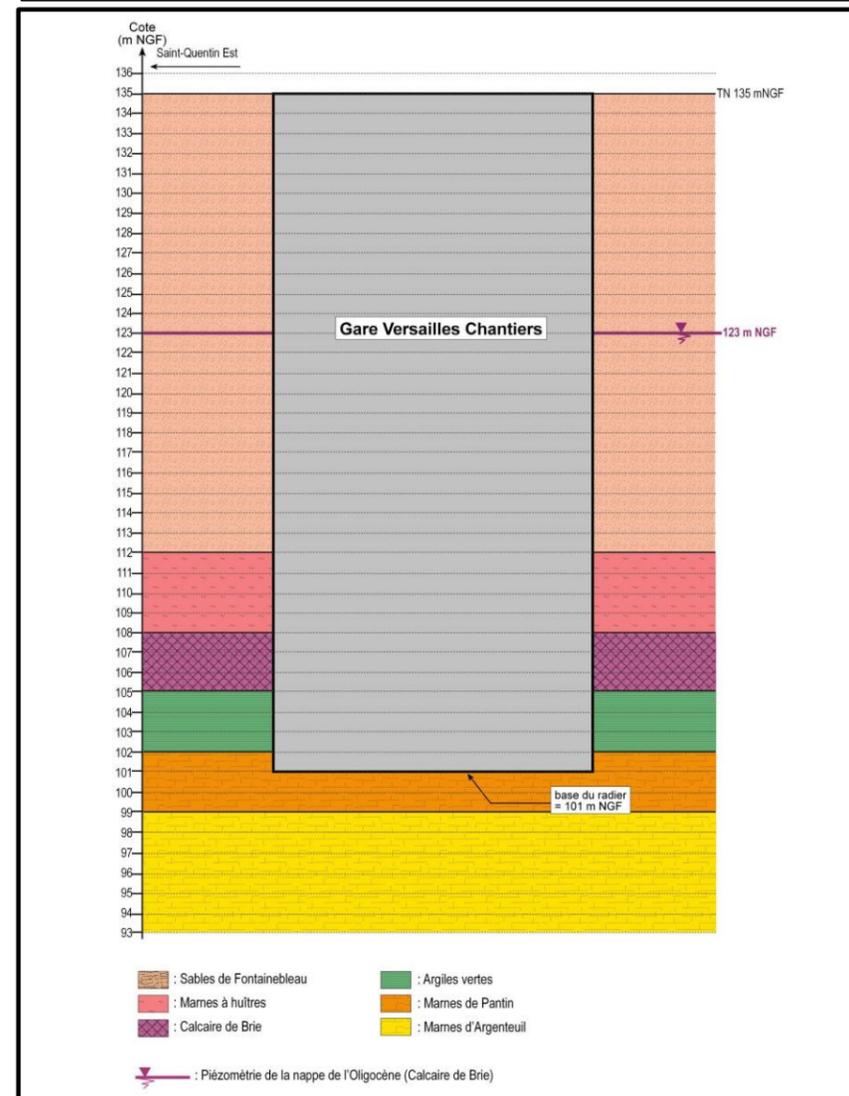


FICHE DE SYNTHÈSE N° 6
Versailles Chantiers

DONNEES CONSTRUCTIVES			
Cote du TN	135 m NGF	Cote de la base du radier	101 m NGF
Géologie		Hydrogéologie	
Formation	Epaisseur (m)	Nappes concernées par le projet	Niveaux des nappes concernées
Sables de Fontainebleau	23	- Nappe du Calcaire de Brie de l'Oligocène	123 m NGF pour la nappe de l'Oligocène
Marnes à huîtres	4		
Calcaire de Brie	3		
Argiles vertes	3		
Marnes de Pantin	3		
Marnes d'Argenteuil	6		
SOLUTIONS CONSTRUCTIVES LIMITANT LES DEBITS D'EPUISEMENT			
<p>L'ouvrage étanche sera ancré dans les Argiles vertes peu perméables et les parois moulées occulteront l'ensemble des arrivées d'eau de la nappe de l'Oligocène - Aucun débit significatif n'est attendu en phase travaux, il y aura simplement un volume d'eau à "vidanger" au sein de l'enceinte étanche</p>			



Localisation de la gare sur le tracé



Coupe géologique au droit de la gare

1.4.4. Prise en compte des phénomènes de remontée de nappe en phase travaux et exploitation

Le niveau piézométrique des nappes fluctue naturellement selon les phénomènes suivants :

- le battement naturel de la nappe, en fonction de la recharge par les pluies, les fuites de réseau, ou les alimentations verticales en provenance des nappes sus-jacentes ou sous-jacentes ;
- la propagation d'ondes de crues des cours d'eau dans l'aquifère pour les nappes en relation hydraulique avec des cours d'eau ;
- l'arrêt éventuel de pompages existants dans le voisinage (industriel, parkings souterrains, climatisations, travaux de génie civil nécessitant un pompage etc.) ;
- les interactions avec les structures enterrées (effet barrage).

Pour les nappes phréatiques (c'est-à-dire la première nappe rencontrée sous le niveau du sol), ces mouvements d'eau souterraine peuvent entraîner des inondations d'infrastructures ou même du sol par un phénomène dit de « remontée de nappe ».

Les secteurs où la nappe phréatique est parfois sub-affleurante ne sont pas intégrés aux zones Plus Hautes Eaux Connues (PHEC). Ils correspondent toutefois à des zones pouvant être submergées.

Les ouvrages concernés par des risques de remontées de nappe sont présentés dans le tableau ci-dessous et sont localisés sur la figure suivante (carte remontées de nappe réalisée par le BRGM : www.inondationsnappes.fr).

Le tunnel n'est pas concerné, sa réalisation le rendant étanche au fur et mesure de sa construction.

Les gares, bien que citées dans le tableau suivant, seront réalisées sous couvert de parois moulées puis « étanchées » par cuvelage jusqu'à la cote des plus hautes eaux connues susceptibles d'être atteintes par la nappe. De même, les ouvrages annexes seront rendus étanches aux remontées de nappe. Les structures seront donc étanches et donc non sensibles aux remontées de nappe en phase chantier ou exploitation.

	Secteur de Massy : OA 8, OA 9, Secteur de Guyancourt : OA 17
Aléas faible et très faible	Secteur d'Orly : OA 2, OA 3 Secteur de Massy : OA 12 Secteur de Palaiseau : OA 13, OA 14 Secteur de Magny-Les-Hameaux : OA 15, OA 16 Secteur de Guyancourt : OA 18, OA 19, OA 20, OA 21, OA 22 Secteur de Versailles : OA 23

Les zones de sensibilités fortes et très fortes correspondent à des zones d'urbanisation importante, où les risques de remontées de nappe sont essentiellement dus à la présence de la vallée de la Bièvre au niveau de Massy, du ru de Rungis au niveau de Wissous et du réseau hydrographique au niveau de Versailles.

En cas de survenue de remontée de nappe, les effets sur les ouvrages constituant la Ligne 18 en phase chantier seraient :

- des risques de pollution des eaux superficielles et souterraines si les engins de chantier et les stocks de matières polluantes (hydrocarbures, huiles...) étaient touchés par une remontée de nappe ;
- des dégâts éventuels sur les ouvrages et matériels de chantier pour ceux non placés hors d'eau ou non évacués ;
- des risques d'interventions sur chantier pour les ouvriers.

De par sa position sous le niveau d'une à plusieurs nappes, le projet qui est donc conçu pour être étanche en phase exploitation, doit tenir compte des variations prévisibles de niveau de l'eau souterraine pour les raisons suivantes :

- l'eau souterraine au contact des parois et du fond d'une infrastructure entraîne des efforts mécaniques (poussées latérales et verticales) qu'il convient de prendre en compte dans le dimensionnement des fondations ;
- les parois des ouvrages doivent être étanches à l'eau souterraine dans toutes les conditions possibles de niveau de nappe au risque de voir l'infrastructure noyée.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION EN PHASE CHANTIER ET EXPLOITATION

Les mesures proposées pour limiter les impacts de cette remontée sur les ouvrages :

- dimensionnement du projet pour prendre en compte cette remontée de nappe ;
- en cas d'inondation par remontée de nappe, les chantiers seront arrêtés voire évacués ;
- les trémies seront positionnées à une cote supérieure à la cote de remontée de nappe. A défaut, les installations devront pouvoir accepter un certain niveau d'inondation.

Le projet conçu pour être étanche, n'aura pas d'impact résiduel sur la remontée de nappe. Par ailleurs, aucun pompage n'est prévu en phase travaux ou d'exploitation. Le projet n'aura donc aucune incidence sur ce phénomène.

Aléa de remontées de nappe	Ouvrages concernés
Nappe sub-affleurante	Secteur de Wissous : OA6 Secteur de Massy : OA10 Secteur de Versailles : OA 24
Aléa très fort	Secteur de Wissous : OA 7 Secteur de Massy : OA 11 Secteur d'Orly : OA 1
Aléa fort	Gares Massy Opéra et Versailles-Chantiers Secteur de Wissous : OA 5
Aléa moyen	Gares Antony-pôle, Massy-Palaiseau et Saint-Quentin-Est Secteur de Wissous : OA 4

1.4.5. Enjeux vis-à-vis d'un projet de métro souterrain

Trois types d'impacts potentiels peuvent être induits par un projet de métro souterrain et sont susceptibles d'affecter les conditions hydrogéologiques actuelles.

1.4.5.1 En phase chantier

- **Rabattement des nappes :**

Le procédé constructif pour la réalisation des gares permet de limiter les rabattements de nappe. Il conviendra de réaliser en phase chantier un pompage en fond de fouille de l'eau résiduelle. Les gares Antony-pôle, Massy Opéra, Massy-Palaiseau et Versailles Chantiers sont les gares les plus proches de pompes industrielles et privées qui capteraient les formations aquifères de l'Oligocène et/ou de l'Eocène supérieur potentiellement impactées par le projet et présentent donc, *a priori*, les incidences potentielles les plus importantes.

Les conséquences potentielles de ces prélèvements sont :

- le déclenchement de « conflits d'usage » ;
- l'apparition de désordres d'ordre mécanique sur le bâti lié aux perturbations mécaniques entraînées par la baisse de niveau de nappe ;
- la dissolution de minéraux solubles tels que le gypse ;
- la modification dans la propagation de panaches de pollution éventuellement présents dans les eaux souterraines ;
- la gestion des rejets.

- **Mise en communication artificielle de nappes :**

La réalisation des gares est susceptible d'entraîner des travaux dans plusieurs aquifères. Le projet peut ainsi engendrer une mise en communication des nappes contenues dans les aquifères traversés.

Le contexte hydrogéologique francilien est caractérisé par une superposition de différents grands ensembles aquifères contenant une ou plusieurs nappes séparées par des horizons peu perméables à semi-perméables. Chacune de ces différentes nappes a des caractéristiques physico-chimiques qui lui sont propres. De plus, les nappes les plus superficielles sont naturellement plus exposées aux pollutions potentielles venant de l'activité humaine en surface et les nappes plus profondes sont naturellement bien protégées de ces mêmes pollutions.

Les effets possibles d'une mise en communication artificielle de nappes par l'intermédiaire du projet peuvent être les suivantes :

- transfert d'une pollution d'une nappe contaminée vers une nappe saine ;
- modifications des caractéristiques physico-chimiques des nappes concernées ;

- perturbations piézométriques liées à la vidange d'une nappe vers une autre à savoir baisse du niveau piézométrique de la nappe « vidangée » et relèvement piézométrique de la « nappe rechargée » et toutes les conséquences associées ;
- Déclenchement ou accélération du phénomène de dissolution du gypse par la mise au contact artificielle d'une nappe au fort potentiel de dissolution avec des formations contenant des niveaux gypseux.

1.4.5.2 En phase exploitation

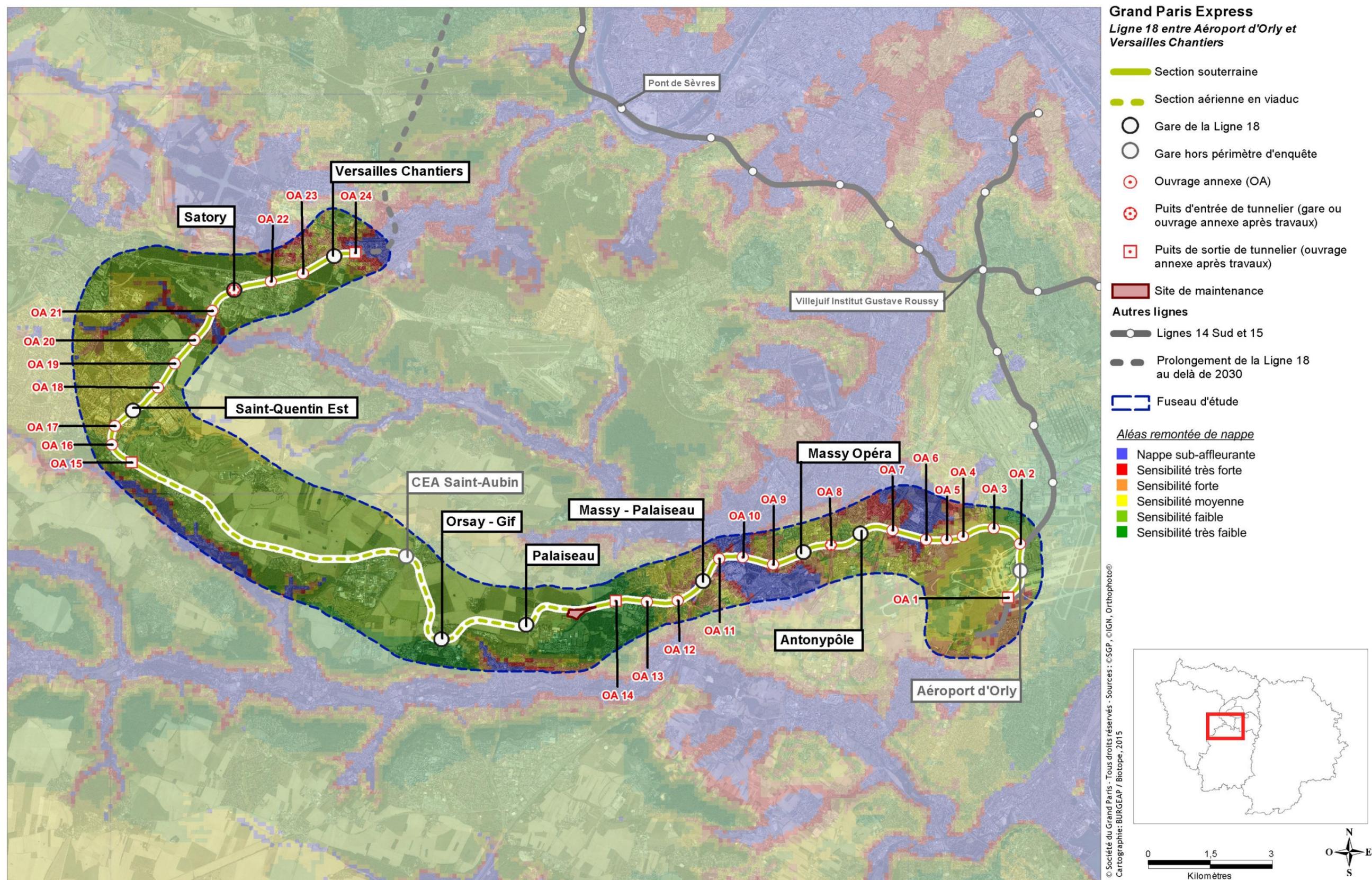
En phase exploitation, les conséquences potentielles sont les suivantes

- la gestion des rejets ;
- lorsqu'un ouvrage souterrain intercepte tout ou partie d'un aquifère, un relèvement de la nappe est observé en amont et un abaissement à l'aval. Cet effet barrage est maximal lorsque le projet est terminé et il est permanent. Il s'agit donc d'un phénomène qui est représentatif de l'effet du projet en phase d'exploitation. Les conséquences potentielles de l'effet barrage peuvent être de plusieurs ordres, à savoir :
 - o inondations de sous-sols, de garages semi-enterrés ou de caves entraînées par le relèvement de la nappe en amont de l'ouvrage ;
 - o la modification dans la propagation de panaches de pollution éventuellement présents dans les eaux souterraines ;
 - o l'apparition potentielle de « désordres » sur le bâti par risque de tassement suite à une baisse de niveau de la nappe.

En phase exploitation, bien que l'ensemble des ouvrages soit rendu étanche à l'eau souterraine, d'éventuelles infiltrations résiduelles à travers la structure peuvent subsister. Dans ce cas, un recueil et une évacuation de ces eaux d'infiltration sera réalisé. Il s'agit de débits extrêmement réduits qui ne sont pas susceptibles d'entraîner des impacts piézométriques sensibles aux alentours des ouvrages concernés.

Les secteurs d'Antony-Massy-Palaiseau et de Satory-Versailles, constituent les cibles principales des risques potentiels du projet en phase chantier et exploitation.

Ouvrages de la Ligne 18 concernés par un risque d'inondation par remontée de nappe



1.4.6. Impacts et mesures en phase chantier liés à la construction du tunnel concernant l'hydrogéologie

Le projet s'inscrit à 61% en souterrain, ce qui nécessite l'implantation d'ouvrages en sous-sol (tunnel, gares, ouvrages annexes...).

Le procédé constructif pour la réalisation des gares permet de limiter les rabattements de nappe. Il conviendra de réaliser en phase chantier un pompage en fond de fouille de l'eau résiduelle.

A l'échelle du projet, l'évaluation des impacts en phase chantier a été réalisée en distinguant le tunnel et les gares. En effet, d'un point de vue hydrogéologique, la mise en place des gares apparaît beaucoup plus contraignante que le creusement du tunnel, en effet, car ce dernier est confiné. Les prélèvements d'eau souterraine sont très limités et l'épaisseur de terrain recoupée est limitée à la hauteur du tunnelier (soit moins d'une dizaine de mètres).

1.4.6.1 Risque de modifications du régime d'écoulement des nappes

Pour la construction du tunnel, il est prévu d'utiliser la méthode de creusement au tunnelier avec chambre de confinement. Cette méthode ne nécessite aucun pompage, la pressurisation du front de taille faisant obstacle à l'entrée de l'eau dans le tunnel. La mise en place de voussoirs en béton munis d'un dispositif d'étanchéité (joints étanches), constituant les parois du tunnel, avec injection de mortier permet d'assurer l'étanchéité en arrière de la machine.

En effet, le diamètre excavé est toujours plus grand que le diamètre extérieur (extrados des voussoirs). Ainsi, en parallèle de l'excavation, des injections de bourrage comblent le vide annulaire présent entre l'extrados des voussoirs mis en place et le terrain. Ce mortier de bourrage doit permettre un parfait contact entre les voussoirs et le terrain en place et assure donc à l'étanchéité de l'espace annulaire.

Grâce à la méthode de creusement au tunnelier avec chambre de confinement, il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre des opérations de rabattement des nappes, le tunnelier s'affranchissant des charges d'eau et réalisant l'étanchéité de l'ouvrage au fur et à mesure de son avancement.

La technique du tunnelier permet ainsi d'éviter tout rabattement de nappe en créant une paroi étanche à l'avancement de l'excavation, du fait de la mise sous-pression de la chambre d'abattage.

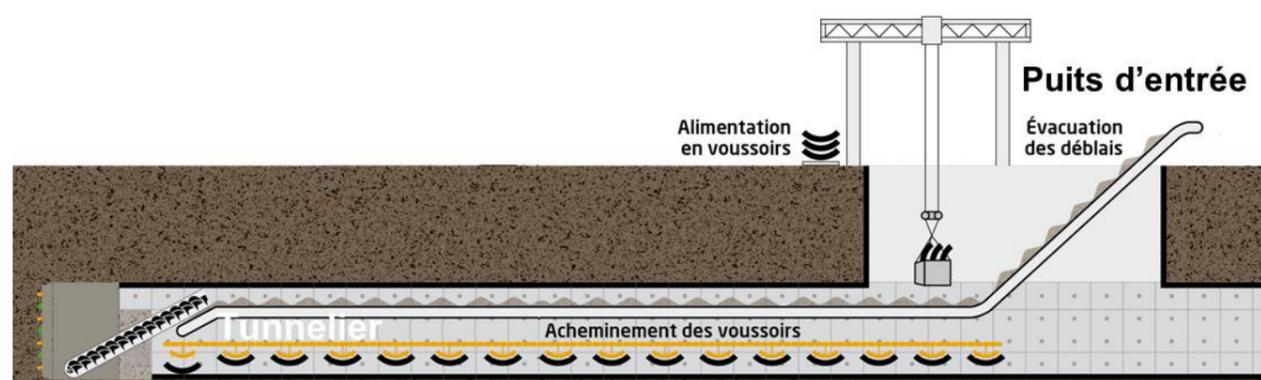


Schéma conceptuel de fonctionnement et d'approvisionnement du tunnelier (SGP)

La construction du tunnel avec la technique du tunnelier ne nécessite pas de pompage ni de rabattement de nappe. La construction du tunnel ne présente pas d'impact sur le fonctionnement des nappes souterraines. Cette méthode constructive permet ainsi de réduire à un niveau négligeable les modifications de circulations souterraines des nappes traversées.

En conséquence, aucune mesure de réduction, de compensation ou de suivi n'est mise en place.

1.4.6.2 Risque de mise en communication des nappes

Le tunnel traversera plusieurs nappes (nappe de l'Oligocène, nappe de l'Eocène supérieur) dans le secteur d'Orly (OA1) jusqu'à Palaiseau (OA14) et vers les secteurs de Satory (entre l'OA20 et l'OA21) et Versailles (entre l'OA23 et l'OA24).

La mise sous pression de la chambre d'abattage en tête de tunnelier permet d'éviter les arrivées d'eau à l'intérieur de l'ouvrage.

Par ailleurs, lors du creusement au tunnelier, le vide situé entre le terrain et les voussoirs tout autour de la paroi du tunnel (vide annulaire) est immédiatement injecté par un mortier de bourrage sous pression.

La technologie utilisée de forage au tunnelier limite donc le risque de communication entre nappes en phase de creusement et en phase exploitation.

En conséquence, aucune mesure de réduction, de compensation ou de suivi n'est mise en place.

1.4.6.3 Risque de dégradation de la qualité des eaux souterraines

Le passage du tunnel pourrait théoriquement entraîner la mise en suspension de fines particules dans la nappe d'eau souterraine, mais le risque que cela se propage est faible. Les grains constituant les formations aquifères joueront le rôle de filtre et arrêteront ces particules fines. De plus **il n'existe pas de captage en eau potable au niveau de la ligne 18 ou à proximité (dans un rayon de 500 m).**

La préservation de la qualité des eaux est un engagement fort pris par la Société du Grand Paris et fait partie intégrante des critères de conception du projet. La prise en compte et le respect de cette exigence forte sont assurés par une démarche d'écoconception se traduisant notamment par un plan de management environnemental de chantier (cf. Annexe G.4.1).

La démarche engagée consiste à identifier et proposer des actions d'amélioration du projet ou du programme sous l'angle environnemental dans une perspective de développement durable. Il est entendu que ces améliorations doivent porter sur des progrès allant au-delà de la réglementation applicable ; le respect de la réglementation, y compris environnementale, étant un impératif du programme.

En ce qui concerne le milieu eau, le premier engagement de la Société du Grand Paris consiste à maîtriser les pollutions à la source.

1.4.6.4 Effets sur les usages des eaux souterraines

Des ouvrages exploitant les eaux souterraines ont été identifiés lors de l'état initial (captages industriels, individuels, géothermiques, essentiellement sur les communes de Wissous, Massy, Palaiseau et Versailles et projet hors périmètre de captage d'eau potable).

Cependant, les travaux réalisés pour la mise en œuvre du tunnel permettent de s'affranchir d'incidences notables du projet sur le niveau des nappes souterraines et donc sur les autres usagers de cette ressource. En effet, **le tunnel, par la méthode de réalisation au tunnelier, est étanche aux échanges avec le milieu extérieur.**

MESURES GENERIQUES D'ÉVITEMENT ET DE REDUCTION RELATIVES A LA CONSTRUCTION DU TUNNEL

- **Choix de la méthode de construction** : la technique du tunnelier est la méthode de construction de la majorité du tunnel de la Ligne 18 retenue par la Société du Grand Paris. Cette méthode évite d'une part la mise en communication des nappes en phase de creusement et en phase d'exploitation et d'autre part la réalisation de pompage et donc de rabattement de nappe en créant une paroi étanche à l'avancement de l'excavation, du fait de la mise sous-pression de la chambre d'abattage. La mise en place de voussoirs en béton avec injection de mortier à l'avancement du tunnelier permet en outre d'assurer l'étanchéité en arrière du front de taille.

L'utilisation de tunnelier limite et réduit ainsi les risques d'impacts sur les eaux souterraines.

Cette technique est donc adaptée au contexte hydrogéologique de la Ligne 18.

- **Entretien et fonctionnement des bases chantiers** : les terres excavées par le creusement du tunnelier seront stockées temporairement au niveau des puits d'entrée de tunnelier. Ces terres pourraient présenter des risques de pollutions et le stockage de ces terres également. Des protections pour éviter la dispersion de pollution éventuelle des terres excavées et stockées seront mises en œuvre afin d'éviter toute contamination des eaux souterraines (stockage dans conteneur étanche, bâche de protection contre la pluie...). Une charte de chantier sera réalisée dans ce sens et définira des mesures d'évitement et de réduction.

Au niveau de l'ouvrage OA9 sur la commune de Massy, et au niveau de la base chantier de la gare Satory. Une grande partie des terres excavées proviendront de formations situées à grande profondeur, ce qui limite également le risque de présence de terres potentiellement polluées.

EFFETS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Aucun effet résiduel n'est attendu. Aucune mesure de compensation n'est donc prévue.

MESURES DE SUIVI

Il n'est pas attendu d'impact spécifique quantitatif ou sur la qualité des eaux souterraines lié à la construction du projet. Néanmoins, diverses mesures de suivi seront mises en œuvre afin de vérifier que le projet n'est pas à l'origine d'impact qualitatif ou quantitatif sur les eaux souterraines.

En phase de creusement du tunnelier, différents paramètres seront suivis afin de s'assurer de l'efficacité de l'injection de mortier de bourrage (quantité de mortier injecté, pression d'injection etc...).

Une fois les travaux terminés, l'étanchéité du tunnel pourra être contrôlée par inspection et par la mesure de débit des eaux d'infiltration résiduelles. Si des anomalies sont constatées sur le débit récolté, des traitements complémentaires par injection seront réalisés.

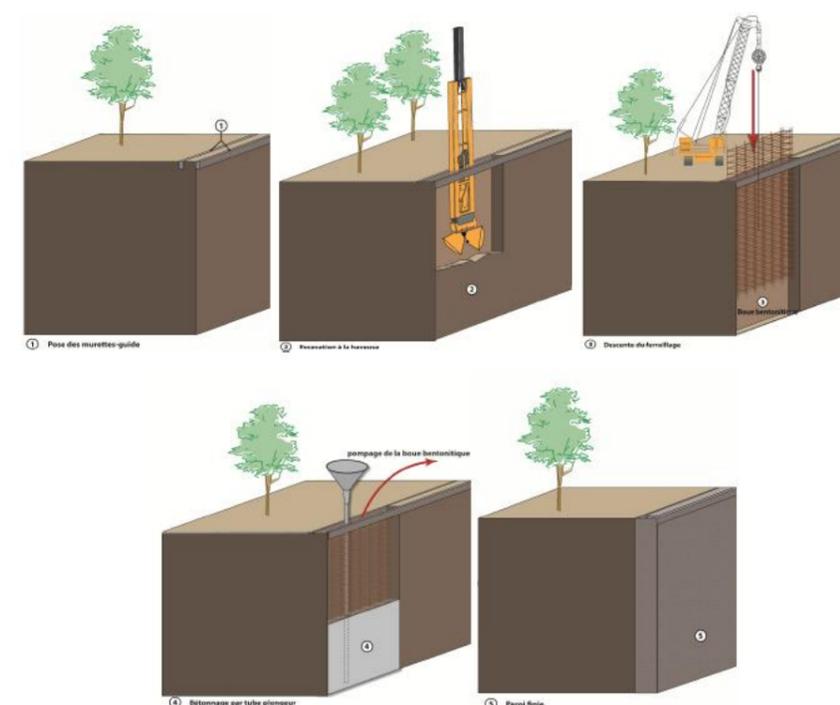
1.4.7. Impacts en phase chantier liés à la construction des ouvrages concernant l'hydrogéologie

1.4.7.1 Risque de modification du régime d'écoulement des nappes

Le régime d'écoulement des nappes est susceptible d'être perturbé lors des travaux de réalisation des gares et des ouvrages de surface puisque les nappes d'eau souterraines seront recoupées nécessitant des pompages d'eau souterraine pour permettre les travaux hors d'eau. Cependant, **la Société du Grand Paris prévoit pour l'ensemble des gares et principaux ouvrages de recourir à la technique des parois moulées.** Cette méthode constructive permet de limiter les pompages d'eau souterraine.

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

Le principe général de mise en œuvre des parois moulées est rappelé sur le schéma suivant :

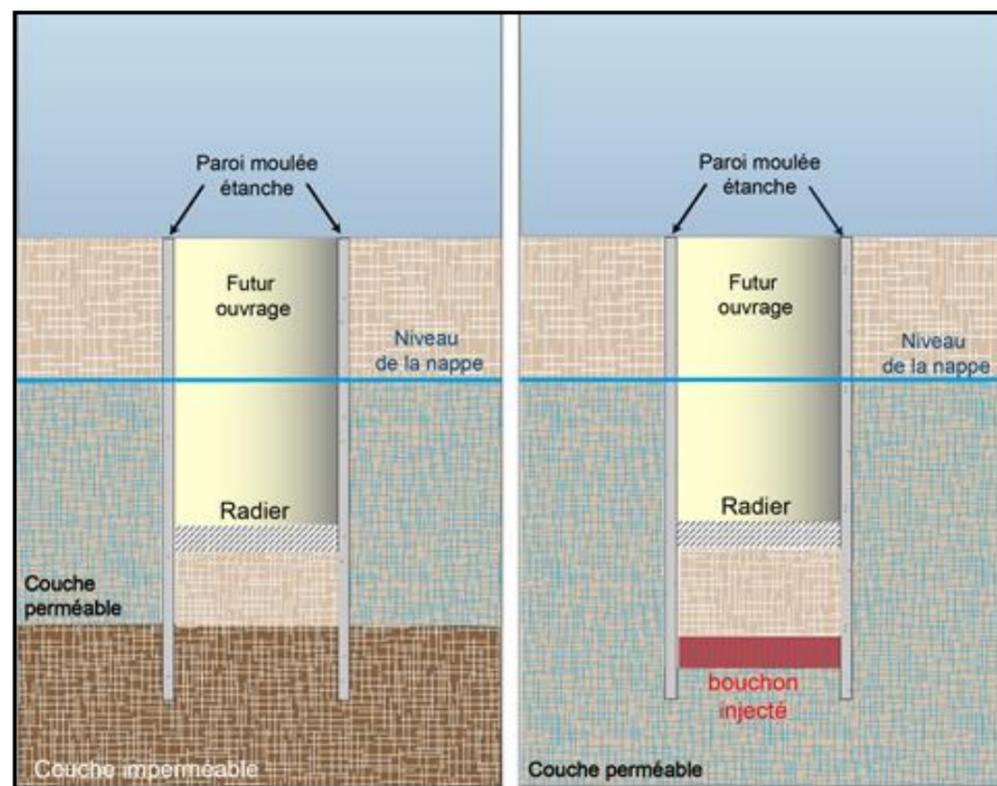


Principe général de mise en œuvre de parois moulées (Société du Grand Paris)

La technique de parois moulées que la Société du Grand Paris propose de mettre en œuvre présente l'avantage de limiter l'entrée d'eau par le fond de fouille pendant les travaux. Plusieurs configurations sont possibles et pourront être considérées en phase d'étude de conception :

- les parois de l'ouvrage sont ancrées dans une couche de sol de nature peu perméable : l'enceinte de la gare est alors quasiment imperméable dès la phase travaux. Hormis le pompage initial de l'eau dans le volume de la gare, la mise hors d'eau de l'ouvrage n'aura pas d'impact sur les eaux souterraines (pompage des infiltrations résiduelles) ;
- la couche géologique peu perméable est située à une profondeur plus importante que celle nécessaire pour la paroi moulée (stabilité mécanique assurée) : des fiches hydrauliques (prolongement des parois moulées) peuvent être mises en place et assurer ainsi la fermeture de la boîte d'un point de vue hydraulique ;
- les parois de l'ouvrage sont ancrées dans une couche géologique perméable sous nappe : la mise en œuvre d'un bouchon injecté entre parois moulées (traitements de terrain) permet alors de limiter les remontées d'eau dans l'enceinte de l'ouvrage. Il peut subsister des venues d'eau résiduelles ; leur évacuation est toutefois non significative au regard du niveau de la nappe baignant l'ouvrage.

Le schéma suivant présente le concept des gares étanches permettant d'illustrer les propos précédents :



Parois moulées ancrées dans une couche imperméable (à gauche) ou ajout d'un bouchon injecté (à droite) (Société du Grand Paris)

La mise en œuvre des parois moulées **permet de réduire la quantité d'eau à prélever, à traiter et limite considérablement le rabattement des nappes d'eau souterraine.**

Les six gares souterraines (sans compter la gare Aéroport d'Orly hors du périmètre d'enquête de la présente étude) seront réalisées sous couvert de parois moulées. Trois de ces gares seront implantés dans une couche peu perméable (marnes d'Argenteuil).

Les gares Saint-Quentin Est et Satory seront réalisées à ciel ouvert à l'abri d'une enceinte de parois moulées (comme les cinq autres gares). Elles seront cependant implantées respectivement dans les argiles à meulière de Montmorency et dans la formation perméable des sables de Fontainebleau. Les cotes basses des radiers sont prévues à 138 et 144 m NGF et la nappe de l'Oligocène se situe aux alentours de 130 m NGF soit plus de 10 m sous les gares. La nappe de l'Oligocène semble donc sous les fonds de fouille.

Il n'y aura donc pas de prélèvement d'eau de nappe significatif au droit des gares en phase chantier mais seulement un simple volume d'eau à "vidanger" au sein de chaque enceinte étanche prévue. L'impact en phase travaux au droit des gares sur l'écoulement des nappes sera quasi-nul puisque les pompages destinés à évacuer les eaux résiduelles peu significatives seront réalisés à l'intérieur d'une enceinte étanche.

Des incertitudes demeurent quant au niveau de la nappe au droit de la gare Satory. Des investigations complémentaires permettront de préciser et de définir les éventuels impacts de la nappe de l'Oligocène sur l'ouvrage et la nécessité ou non de pompages avec les modifications des écoulements que cela impliquerait.

Les ouvrages annexes sont également réalisés grâce à cette méthode de parois moulées

1.4.7.2 Risque de dégradation de la qualité des eaux souterraines

La réalisation des gares n'engendrera pas de prélèvement d'eau de nappe significatif au droit des gares en phase chantier mais seulement un simple volume d'eau à "vidanger" au sein de chaque enceinte étanche prévue.

Certaines nappes d'eaux souterraines présentent des niveaux de pollution élevés, le plus souvent liés à des historiques industriels importants.

Deux zones impactées par une pollution significative de la nappe de l'Oligocène ont été recensées au niveau de la Ligne 18. Il s'agit de l'ancienne zone industrielle dans le secteur de Massy (l'arrêté n°2010.pref.DC12/BE 0024 du 8 février 2010 instituant des servitudes d'utilité publique sur le site de la ZAC des Champs Ronds sur la commune de Massy est en vigueur) et de la zone dans le secteur d'Orly au niveau de laquelle une pollution notoire (aux hydrocarbures totaux) a pu être identifiée.

Cette qualité des eaux souterraines est susceptible de représenter un enjeu pour la gare Massy - Palaiseau. La réalisation de cette gare peut nécessiter la gestion de volumes d'eaux souterraines qu'il convient de traiter.

1.4.7.3 Effets sur les usages des eaux souterraines

L'incidence des travaux n'engendrera pas de baisse de la productivité des ouvrages exploitant les eaux souterraines situés à proximité des gares puisque les pompages seront réalisés à l'intérieur d'une enceinte limitant les débits d'épuisement (parois moulée et radier ancrés dans une couche peu perméable) et n'induiront pas ou très peu de rabattements à l'extérieur de l'enceinte.

Des ouvrages exploitant potentiellement les eaux souterraines ont été identifiés lors de l'état initial et sont pour certains localisés à proximité des gares. Ces ouvrages ont toutefois été identifiés à partir de la Base de Données du Sous-sol et il est très probable qu'un certain nombre ne soient plus exploités :

- deux captages industriels situés à 1500 m de la gare Antonypôle qui captent la nappe du Lutétien contenue dans le Calcaire Grossier (ouvrages de 80 m de profondeur) ;
- un captage industriel situé à 1000 m de la gare Massy Opéra qui capte la nappe du Lutétien (ouvrage de 80 m de profondeur) ;
- deux captages industriels situés à plus de 500 m de la gare Massy-Palaiseau qui captent respectivement la nappe de l'Eocène supérieur contenue dans le calcaire de Saint-Ouen à 60 m de profondeur et la nappe du Lutétien contenue dans le calcaire Grossier (ouvrages de 80 m de profondeur) ;
- un captage industriel situé à 1500 m de la gare Satory dont la nappe captée n'est pas précisée ;
- un captage industriel situé à plus 1000 m de la gare Versailles Chantiers qui capte la nappe du Campanien (ouvrage de 106 m de profondeur) ;
- un captage individuel situé à 1000 m de la gare Versailles Chantiers qui capte la nappe de l'Oligocène contenue dans le Calcaire de Brie (ouvrage de 14 m de profondeur) ;
- un captage géothermique situé à 1000 m de la gare Saint-Quentin Est qui capte la nappe de l'Oligocène contenue dans les sables de Fontainebleau.

Compte tenu du contexte hydrogéologique et des dispositions constructives prévues (parois moulées étanches ancrées dans des terrains peu perméables), il n'est pas attendu de débit d'épuisement significatif continu pour réaliser les ouvrages. Par conséquent, il n'y aura pas d'abaissement piézométrique significatif à proximité des gares et des exploitations d'eau souterraines liés à ces pompages en phase travaux. Les ouvrages de captage situés à plus de 500 m ne seront donc pas impactés par les pompages prévus en phase chantiers.

Les travaux de réalisation des gares ne présentent pas ou très peu d'impact sur le régime d'écoulement des nappes souterraines.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Sur tout le tronçon les ouvrages annexes et les gares, réalisées depuis la surface, traverseront pour la plupart une ou plusieurs nappes superposées.

Préalablement au terrassement des ouvrages et des gares, des parois moulées seront réalisées depuis la surface (ainsi que des solutions complémentaires de réduction du débit d'épuisement lorsque nécessaire).

La réalisation des gares sous couvert de paroi moulée et la réalisation d'un radier au niveau d'une couche peu perméable permet de travailler à l'abri d'une enceinte étanche et évite tout rabattement de nappe conséquent. Il n'y aura pas de rabattement de nappe conséquent au droit des gares en phase chantier mais seulement un simple volume d'eau à "vidanger" au sein de chaque enceinte étanche prévue.

Ce dispositif est en soi, une mesure permettant de limiter les impacts sur les eaux souterraines.

EFFETS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Aucun effet résiduel n'est envisagé.

MESURES DE SUIVI

Il n'est pas attendu d'impact spécifique sur la qualité des eaux souterraines lié à la construction du projet. Néanmoins, diverses mesures de suivi seront mises en œuvre afin de vérifier que le projet n'est pas à l'origine d'impact qualitatif et quantitatif sur les eaux souterraines :

- mise en place de piézomètres de surveillance à l'intérieur et à l'extérieur de chaque ouvrage annexe ou gare permettant un suivi qualitatif des eaux souterraines. Le protocole de surveillance sera adapté en fonction du contexte de chaque ouvrage ;
- réalisation d'analyses régulières des eaux d'exhaure avant rejet. Le protocole de surveillance sera adapté en fonction des solutions de rejet identifiées et de la qualité initiale attendue des eaux d'exhaure ;
- lors de la réalisation des parois moulées, de multiples paramètres sont surveillés comme la vitesse d'avancement, la quantité de boue de forage utilisée et la quantité de béton mis en place, la géométrie des panneaux... Ces multiples contrôles ont pour objectif de s'assurer que la paroi moulée est parfaitement réalisée et joue bien son rôle mécanique d'une part et d'écran étanche d'autre part.

Une fois les travaux terminés, l'étanchéité des ouvrages pourra être contrôlée par inspection et par la mesure de débit des eaux d'infiltration résiduelles. Si des anomalies sont constatées sur le débit récolté, des traitements complémentaires par injection seront réalisés.

1.4.8. Impacts et mesures lié à la phase d'exploitation concernant l'hydrogéologie

Le projet prévoit la construction d'ouvrages étanches à termes aux eaux souterraines (tunnel, gares, ouvrages de sécurité...). L'infrastructure ne nécessitera donc pas de rabattement d'eaux souterraines hormis d'éventuels pompages résiduels des eaux d'infiltration au travers enceintes des gares.

Deux types d'impacts potentiels sont identifiés en phase d'exploitation :

- la mise en communication des nappes, liée à la mise en place de structures traversant plusieurs aquifères ;
- l'effet barrage lié à la présence d'ouvrages souterrains importants (tunnel et gares).

1.4.8.1 Analyse de la mise en communication des nappes

La réalisation des gares entraînera des travaux dans plusieurs aquifères. La mise en œuvre des parois moulées et d'un radier au niveau d'une couche peu perméable permet de travailler à l'abri d'une enceinte étanche. Ce dispositif permet d'éviter toute mise en communication des nappes contenues dans les aquifères traversés.

Le principe de la « boîte » consiste à réaliser, avant tout creusement, une paroi moulée autour de la future gare souterraine. Ces parois permettent de s'affranchir des circulations horizontales d'eau entre l'extérieur et l'intérieur de la boîte gare.

La paroi moulée forée à la boue permet donc d'éviter la mise en communication des nappes lors de la construction.

Les dispositions constructives utilisées limitent donc le risque de communication entre nappes.

1.4.8.2 Risque d'effet barrage lié à l'infrastructure souterraine

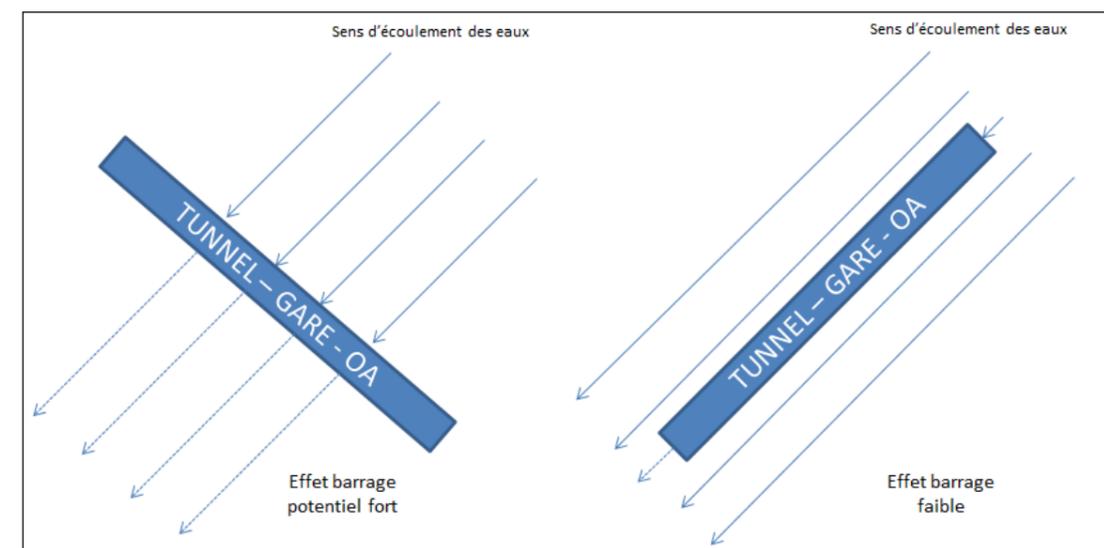
L'effet barrage se caractérise par la réalisation d'un écran imperméable (ou peu perméable) au sens des écoulements des eaux souterraines. Cette notion appelle à une représentation conceptuelle identique à celle de l'effet d'un barrage sur un cours d'eau où la réalisation d'une structure perpendiculaire à un cours d'eau entraîne une modification importante des caractéristiques de ce dernier, en amont et éventuellement en aval.

L'effet « barrage » dépend principalement des paramètres suivants :

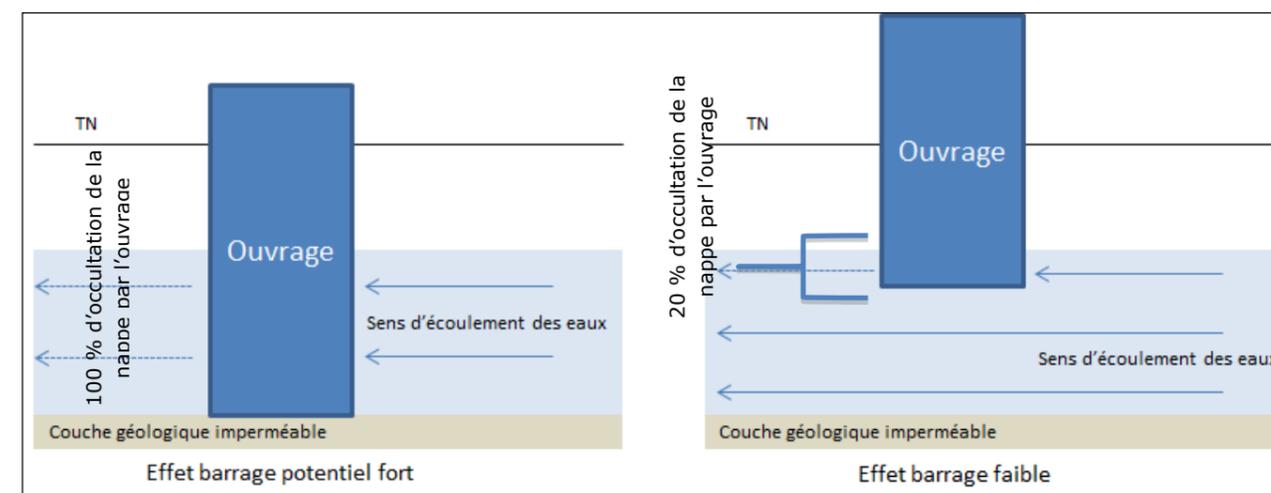
- de l'orientation de l'ouvrage souterrain par rapport au sens d'écoulement des nappes d'eau souterraines : l'effet barrage maximal est induit lorsque l'ouvrage souterrain est perpendiculaire au sens d'écoulement de la nappe interceptée ;
- du pourcentage d'occultation qui dépend de la proportion de l'ouvrage à pénétrer entièrement ou en partie une nappe et donc à occulter tout ou en partie la nappe d'eau

souterraine: plus le pourcentage d'occultation de la nappe est élevé, plus l'effet barrage est important ;

- des caractéristiques de la nappe d'eau souterraine concernée par cet effet (perméabilité, extension géographique...).



Représentation conceptuelle de l'effet barrage entraîné par l'insertion d'un ouvrage suivant le sens d'écoulement de la nappe (BURGEAP)



Représentation conceptuelle de l'effet barrage entraîné par l'insertion d'un ouvrage pénétrant entièrement ou en partie une nappe (BURGEAP)

L'effet barrage s'applique aux ouvrages souterrains : gares, ouvrages annexes et tunnel.

De manière générale, lorsqu'un effet barrage est constaté, il peut en résulter :

- Une élévation de la piézométrie en amont de l'ouvrage ;
- Un abaissement de la piézométrie en aval de l'ouvrage.

Sur la base du profil en long de l'ouvrage souterrain, du travail de synthèse des données piézométriques disponibles en Ile-de-France, des conclusions de la mission G11 et de la campagne piézométrique menée par la Société du Grand Paris, les principales réactions des eaux souterraines ont été évaluées de manière qualitative sur le tunnel. Cette approche analytique issue d'une méthode empirique, consiste à considérer le sens d'écoulement des nappes d'eau souterraine par rapport aux ouvrages et leur positionnement en termes d'occultation de ces nappes.

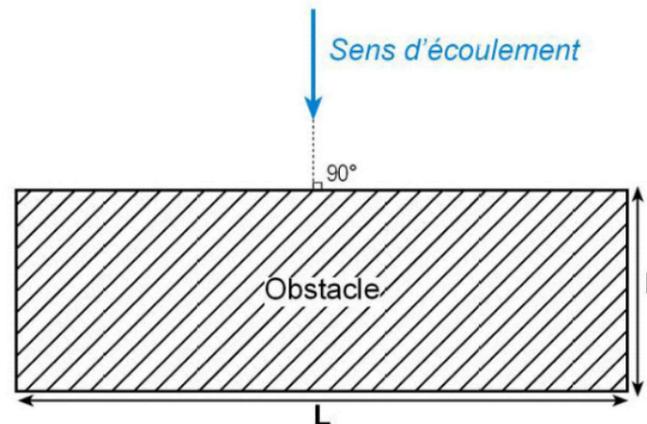
Cette approche sera complétée par une approche de manière quantitative, à l'aide d'un modèle sur la base de calculs numériques, au niveau des zones identifiées comme potentiellement à risque. De nouveaux ouvrages piézométriques seront réalisés dans le cadre des missions géotechniques complémentaires et permettront de compléter la connaissance des niveaux d'eaux, sens d'écoulement ainsi que des gradients de chaque nappe intersectée aux abords des zones identifiées comme sensibles à l'issue de cette analyse.

1.4.8.3 Analyse qualitative de l'effet barrage

La méthode utilisée pour évaluer cet effet barrage est une méthode analytique simple.

Lorsque **l'écoulement est perpendiculaire à l'obstacle** (cf. figure suivante), la formule suivante est utilisée :

$$\Delta h = i \cdot \frac{L}{2}$$

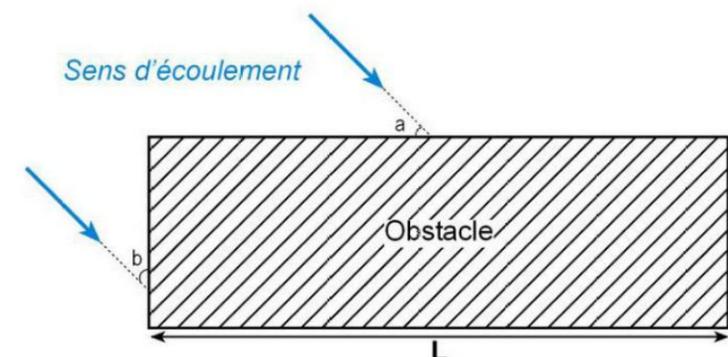


Calcul de l'effet barrage pour un écoulement perpendiculaire à l'obstacle
(Figure réalisée par BURGEAP)

Lorsque **l'écoulement n'est pas perpendiculaire à l'obstacle**, la formule suivante est utilisée. Il s'agit d'une adaptation empirique de la formule précédente :

$$\Delta h = i \cdot \left(\frac{b \cdot 100}{90} \cdot \frac{l}{2} \right) + i \cdot \left(\frac{a \cdot 100}{90} \cdot \frac{L}{2} \right)$$

$$\Delta h = i \cdot \left(\frac{b \cdot l + a \cdot L}{180} \right)$$



Calcul de l'effet barrage pour un écoulement non perpendiculaire à l'obstacle
(Figure réalisée par BURGEAP)

Avec :

- Δh = relèvement de nappe à l'amont et abaissement à l'aval en mètres
- i = gradient de la nappe en m/m
- L = longueur de l'obstacle perpendiculaire à l'écoulement en mètres
- l = largeur de l'obstacle perpendiculaire à l'écoulement en mètres
- a = angle entre le sens de l'écoulement et la longueur de l'obstacle
- b = angle entre le sens de l'écoulement et la largeur de l'obstacle

Cette méthode permet de déterminer le relèvement de la nappe au point le plus sensible c'est-à-dire au centre de l'obstacle. Elle suppose que la nappe soit complètement occultée, pourtant dans certains cas, le tunnel occulte seulement 50 ou 30% de la nappe et la gare comprise dans cette même section peut occulte 100% de la nappe au droit de l'ouvrage. Dans ce cas les calculs ont été ajustés afin de quantifier l'effet barrage de façon la plus réaliste possible. Cette approche ne permet donc pas de calculer des effets barrage de manière aussi fine qu'avec un logiciel de modélisation numérique mais est suffisamment précise pour juger de la sensibilité à cet aléa. Ainsi, ce calcul analytique a été appliqué pour les sections du tunnel et chacune des gares au droit des aquifères superficiels.

Le sens d'écoulement des nappes ainsi que leur gradient ont été évalués à l'aide des relevés piézométriques réalisés par la SGP le long de la ligne 18 au droit des piézomètres mis en place lors des études géotechniques G1 (anciennement G11) et à l'aide des archives BURGEAP.

Le gradient d'écoulement au droit des gares ne peut être déterminé précisément. Cette donnée sera précisée par des mesures piézométriques complémentaires à celles déjà réalisées au stade actuel des études. L'approche analytique permet de déterminer de manière indicative les zones potentiellement sensibles à l'effet barrage sur les nappes superficielles de sorte à orienter les études et les reconnaissances complémentaires nécessaire en phase avant-projet.

Le tableau suivant présente, pour les deux sections souterraines (de l'est vers le nord-ouest), les interactions potentielles entre **les infrastructures (gares et tunnel)** et les nappes souterraines ainsi que l'évaluation qualitative de l'effet barrage.

La carte ci-dessous permet d'appréhender l'impact des infrastructures vis-à-vis des nappes en présence et notamment l'effet barrage évaluer de manière qualitative en phase exploitation.

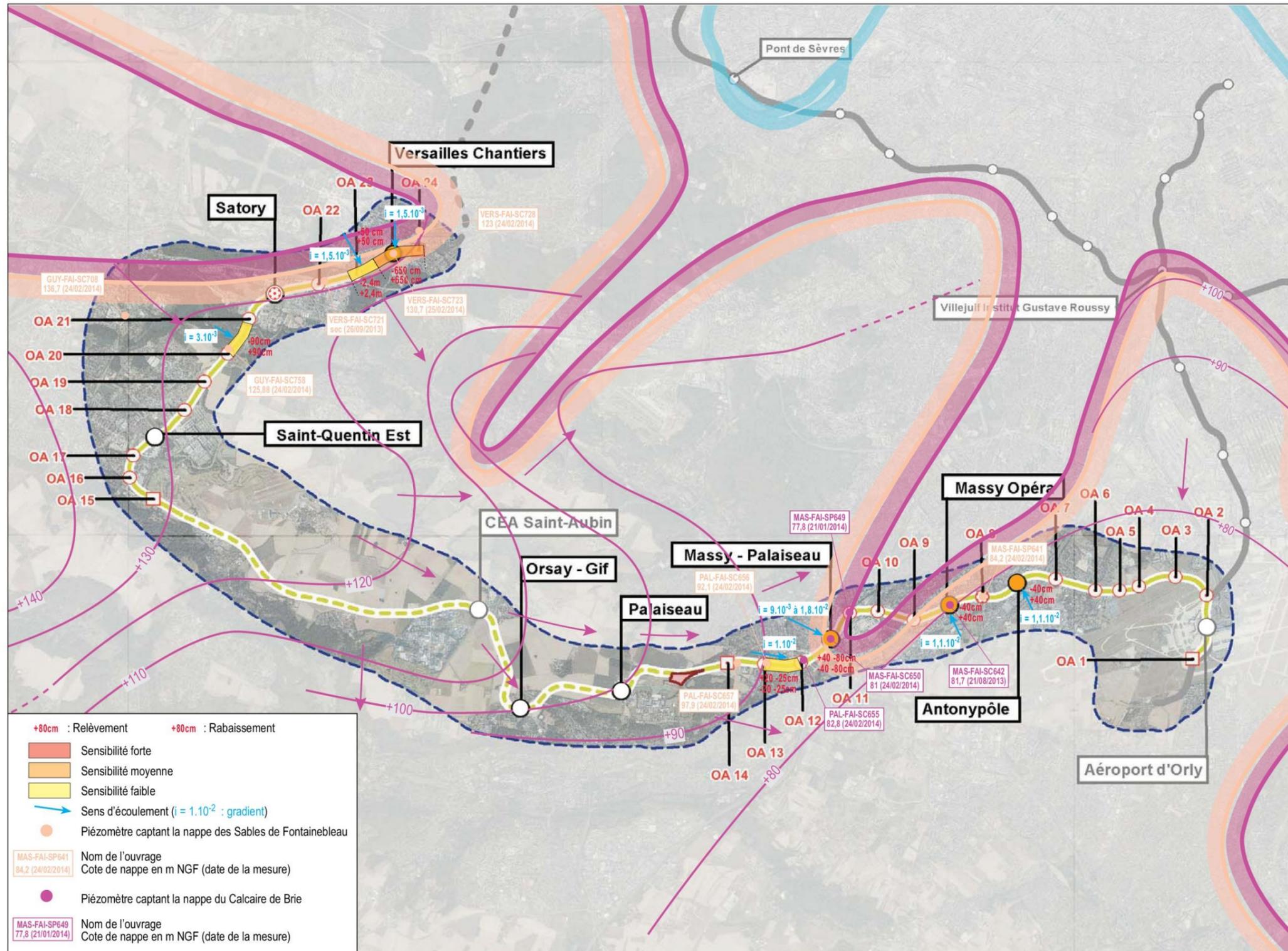
Évaluation de l'effet barrage par une approche qualitative

Ouvrages concernés (linéaire en m)	Aquifères concernés	Sens d'écoulement supposé et gradient (i en m/m)	Épaisseur de nappe	Caractéristiques et profondeur de la nappe (m)	Urbanisation	Pourcentage d'occultation	Effet Barrage potentiel	Caractérisation de la sensibilité
Tunnel linéaire de 980 m à Orly	Nappe de l'Eocène supérieur (marnes de Pantin - MP)	Perpendiculaire à l'ouvrage - $i = 1,6.10^{-3}$	Environ 3 à 6 m	Nappe captive, sous pression sous les argiles verte à environ 15 m de profondeur par rapport au Terrain Naturel (TN)	Zone faiblement urbanisée (piste aéroport)	De 0 à presque 100 % suivant le secteur	De l'ordre de 80 cm	Faible à négligeable : pour la nappe captive de l'Eocène sup située à 15 m de profondeur dans une zone faiblement urbanisée
Tunnel depuis l'OA2 jusqu'à l'OA7 à Wissous (linéaire de 3550 m)	Nappe de l'Eocène supérieur (masses et marnes du gypse - MFL)	Indéterminé - mesures piézométriques à compléter	Environ 27 m	Nappe captive sous les marnes d'Argenteuil. Nappe située entre 30 et 15 m de profondeur	Zone moyennement urbanisée	Environ 35 % suivant le secteur	Pas quantifiable en l'état	-
Tunnel depuis l'OA7 à Wissous sur un linéaire de 3300m jusqu'à proximité de l'OA9	Nappe de l'Eocène supérieur (marnes de Pantin - MP) - nappe présente entre l'OA7 et Antonypôle (sur un linéaire de 800 m) Manque de données piézométriques entre Antonypôle et l'OA9	Parallèle à l'ouvrage ($i = 5.10^{-3}$) entre l'OA7 et Antonypôle (sur un linéaire de 800 m)	Entre l'OA7 et la gare d'Antonypôle : environ 2 à 3 m : MP Sec d'après les piézomètres au droit de Massy Opéra et de l'OA9	Nappe captive, sous pression sous les argiles verte à environ 14 m de profondeur par rapport au TN	Zone moyennement urbanisée	100 %	Pas quantifiable en l'état	-
Gare Antonypôle	Nappe de l'Oligocène (calcaire de Brie - TB) Nappe de l'Eocène supérieur (marnes de Pantin - MP)	Perpendiculaire à l'ouvrage pour la nappe de l'Oligocène ($i = 1,1.10^{-2}$) Diagonale à l'ouvrage (environ 45°) pour la nappe de l'Eocène sup ($i = 5.10^{-3}$)	Environ 4 m : TB Environ 5 m : MP	Oligocène : nappe captive sous les marnes huîtres - la nappe se situe à 4 m de profondeur par rapport au TN	Zone fortement urbanisée	100%	De l'ordre de 40 cm pour la nappe de l'Oligocène et d'environ 15 cm pour la nappe de l'Eocène sup	Moyen - pour la nappe phréatique de l'Oligocène qui se situe à faible profondeur dans une zone fortement urbanisée
				Eocène Sup : nappe captive, sous pression sous les argiles verte à environ 17 m de profondeur par rapport au TN				Faible à négligeable pour la nappe captive de l'Eocène sup située à forte profondeur
Puits de démarrage du tunnelier et ouvrage annexe après travaux OA8	Nappe de l'Oligocène (calcaire de Brie - TB) Nappe de l'Eocène supérieur (marnes de Pantin - MP)	Perpendiculaire à l'ouvrage pour la nappe de l'Oligocène ($i = 1,1.10^{-2}$) Parallèle à l'ouvrage pour la nappe de l'Eocène sup (hypothèse car mesures piézométriques à compléter)	Environ 3 m : TB Non déterminée à ce stade : MP	Oligocène : nappe captive sous les marnes huîtres - la nappe se situe à 5 m de profondeur par rapport au TN Eocène Sup : nappe captive, sous pression sous les argiles verte	Zone fortement urbanisée	100%	De l'ordre de 20 cm pour la nappe de l'Oligocène Pas quantifiable en l'état pour la nappe de l'Eocène sup	Faible - pour la nappe captive à 5 m de profondeur (sous les marnes à huîtres peu perméables de 5 m d'épaisseur) de l'Oligocène

Ouvrages concernés (linéaire en m)	Aquifères concernés	Sens d'écoulement supposé et gradient (i en m/m)	Epaisseur de nappe	Caractéristiques et profondeur de la nappe (m)	Urbanisation	Pourcentage d'occultation	Effet Barrage potentiel	Caractérisation de la sensibilité
Gare Massy Opéra	Nappe de l'Oligocène (calcaire de Brie - TB) Nappe de l'Eocène supérieur (marnes de Pantin - MP)	Perpendiculaire à l'ouvrage pour la nappe de l'Oligocène ($i = 1,1 \cdot 10^{-2}$) Parallèle à l'ouvrage pour la nappe de l'Eocène sup ($i = 5 \cdot 10^{-3}$)	Environ 3 m : TB Inférieur à 1 m voir sec : MP	Oligocène : Nappe captive sous les marnes huitres – la nappe se situe à 4,5-5 m de profondeur par rapport au TN	Zone fortement urbanisée	100%	De l'ordre de 40 cm pour la nappe de l'Oligocène et nul pour la nappe de l'Eocène sup)	Moyen - pour la nappe captive à 5 m de profondeur (sous les marnes à huitres peu perméables de 4 m d'épaisseur) de l'Oligocène dans une zone fortement urbanisée
Tunnel depuis l'OA10 sur 604 m à proximité de l'OA11	D'après les quelques mesures piézométriques de la BSS, la nappe de l'Eocène supérieur (masses et marnes du gypse - MFL) se trouve sous le tunnel	Indéterminé - mesures piézométriques à compléter	Environ 18 m : MFL	Nappe captive sous les Marnes d'Argenteuil. Nappe située entre 35 et 25 m de profondeur	Zone fortement urbanisée	5 %	Pas quantifiable en l'état	-
Tunnel depuis l'OA11 jusqu'à l'OA12 (1440 m)	Nappe de l'Eocène supérieur (marnes de Pantin - MP)	Diagonale au tunnel (environ 50°) ($i = 8 \cdot 10^{-3}$)	5 mètre : MP	Nappe captive, sous pression sous les argiles verte à environ 15 m de profondeur par rapport au TN	Zone fortement urbanisée	100 %	De l'ordre de 5,5 m	Moyen - pour la nappe captive à 15 m de profondeur (sous les argiles vertes peu perméables de 8 m d'épaisseur) de l'Eocène sup dans une zone fortement urbanisée
Gare Massy-Palaiseau	Nappe de l'Oligocène (calcaire de Brie - TB) Nappe de l'Eocène supérieur (marnes de Pantin - MP)	Perpendiculaire à l'ouvrage pour la nappe de l'Oligocène ($i = 9 \cdot 10^{-3}$ à $1,8 \cdot 10^{-2}$) Diagonale au tunnel pour la nappe de l'Eocène (environ 45°) ($i = 1 \cdot 10^{-2}$)	Environ 6,5 m pour les deux nappes	Oligocène : nappe libre à 3 m de profondeur par rapport au TN Eocène Sup : nappe captive, sous pression sous les argiles vertes à environ 15 m de profondeur par rapport au TN	Zone fortement urbanisée	100%	De l'ordre de 40 à 80 cm pour la nappe de l'Oligocène et de 6 m pour la nappe de l'Eocène sup	Moyen - pour la nappe phréatique de l'Oligocène qui se situe à faible profondeur Moyen - pour la nappe captive à 15 m de profondeur (sous les argiles vertes peu perméables de 8 m d'épaisseur) de l'Eocène sup dans une zone fortement urbanisée
Tunnel depuis l'OA12 à Massy jusqu'au pk 7010.300 (linéaire de 430 m)	Nappe de l'Oligocène – Calcaire de Brie	Diagonale au tunnel (environ 5°) ($i = 1 \cdot 10^{-2}$)	Environ 6 m	Oligocène : nappe captive sous les marnes huitres – la nappe se situe à 10 m de profondeur par rapport au terrain naturel	Zone fortement urbanisée	100%	De l'ordre de 25 cm	Faible à négligeable pour la nappe captive à forte profondeur (sous les marnes à huitres peu perméables de 5 m d'épaisseur) de l'Oligocène dans une zone fortement urbanisée
Tunnel sur un linéaire de 350 m à Massy jusqu'à l'OA13	Nappe de l'Oligocène – Sables de Fontainebleau	Diagonale au tunnel (environ 10°) ($i = 1 \cdot 10^{-2}$)	Environ 10 m	Oligocène : nappe libre entre 20 et 50 m de profondeur par rapport au TN	Zone fortement urbanisée	50%	De l'ordre de 20 cm	Faible à négligeable pour la nappe phréatique des sables de Fontainebleau situés à forte profondeur
Gare Saint-Quentin-Est	Nappe de l'Oligocène 8 m sous le radier de la gare	Non concerné	Non concerné	Non concerné	Non concerné	Non concerné	Non concerné	-
Gare Satory	Nappe de l'Oligocène 8 m sous le radier de la gare	Non concerné	Non concerné	Non concerné	Non concerné	Non concerné	Non concerné	-

Ouvrages concernés (linéaire en m)	Aquifères concernés	Sens d'écoulement supposé et gradient (i en m/m)	Epaisseur de nappe	Caractéristiques et profondeur de la nappe (m)	Urbanisation	Pourcentage d'occultation	Effet Barrage potentiel	Caractérisation de la sensibilité
Tunnel depuis le PK 7025.360 à Magny-les-Hameaux jusqu'au PK 7033.640 à Versailles	Nappe de l'Oligocène (SF) sous le tunnel sauf ponctuellement lors du passage sous la Bièvre à Satory où la nappe est au-dessus du tunnel entre le PK 7029.440 et PK 7030.920 (linéaire de 1480 m)	Globalement perpendiculaire au tunnel - peu de données piézométriques dans ce secteur (hypothèse $i = 3.10^{-3}$)	Entre 28 et 16 m	Nappe libre située à environ 30 de profondeur par rapport au TN et à 7 m de profondeur lorsqu'elle passe sous la vallée de la Bièvre	Zone faiblement urbanisée	De 0 à presque 40 % suivant le secteur	De l'ordre de 90 cm	Faible à négligeable pour la nappe phréatique de l'Oligocène située à faible profondeur, au niveau de la Bièvre (Satory), dans une zone faiblement urbanisée
	Nappe de l'Oligocène (SF) à partir de PK 7032.960 jusqu'à PK 7033.600 (linéaire de 640 m) à Versailles	Perpendiculaire au tunnel ($i = 1,5.10^{-2}$)	Environ 20 m	Nappe libre située à environ 40-30 m de profondeur par rapport au TN	Zone fortement urbanisée	50%	De l'ordre de 2,4 m	Faible à négligeable pour la nappe phréatique de l'Oligocène située à forte profondeur (plus de 30 m), dans une zone fortement urbanisée
Tunnel 300 m avant la gare Versailles-Chantiers jusqu'à l'OA24 (872 m)	Nappe de l'Oligocène (calcaire de Brie : TB)	Perpendiculaire au tunnel - peu de données piézométriques dans ce secteur (hypothèse $i = 1,5.10^{-2}$)	Indéterminée à ce stade	Indéterminées à ce stade	Zone fortement urbanisée	100%	De l'ordre de 6,5 m	Moyen pour la nappe captive (sous les marnes à huîtres peu perméables de 7 m d'épaisseur) de l'Oligocène dans une zone fortement urbanisée
Gare Versailles-Chantiers	Nappe libre des sables de Fontainebleau de l'Oligocène (SF) et nappe captive des calcaires de Brie de l'Oligocène (TB)	Perpendiculaire au tunnel ($i = 1,5.10^{-2}$)	Environ 20 m pour SF Indéterminée pour TB	Nappe phréatique des sables de Fontainebleau située à 10 m de profondeur par rapport au TN	Zone fortement urbanisée	100%	De l'ordre de 50 cm	Moyen pour la nappe phréatique située à moyenne profondeur dans une zone fortement urbanisée

Impacts des infrastructures étanches sur l'écoulement de la nappe de l'Oligocène – effet barrage



Grand Paris Express
Ligne 18 entre Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers

- Section souterraine
- Section aérienne en viaduc
- Gare de la Ligne 18
- Gare hors périmètre d'enquête
- Ouvrage annexe (OA)
- Puits d'entrée de tunnelier (gare ou ouvrage annexe après travaux)
- Puits de sortie de tunnelier (ouvrage annexe après travaux)
- Site de maintenance

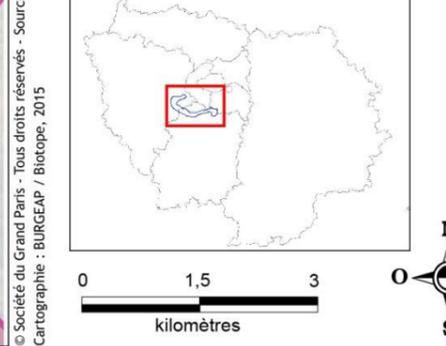
Autres lignes

- Lignes 14 Sud et 15
- Prolongement de la Ligne 18 au delà de 2030
- Fuseau d'étude

Données hydrogéologiques

AQUIFÈRE DE L'OLIGOCÈNE	
FORMATIONS ASSOCIÉES	CARACTÉRISTIQUES HYDRODYNAMIQUES
Sables de Fontainebleau (SF)	Perméabilité $K = 5.10^{-4}$ à 5.10^{-5} m/s Coefficient d'emmagasinement $S = 5$ à 10%
Marnes à Huîtres (MH)	Peu perméables
Calcaire de Brie (TB)	Perméabilité $K = 1.10^{-2}$ à 1.10^{-4} m/s Coefficient d'emmagasinement $S = 3$ à 5%
Argile verte (GV)	Très peu perméable (mur de l'aquifère)

- Extension du faciès des sables de Fontainebleau
- Extension du faciès du calcaire de Brie
- Piezométrie du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau (Oligocène) = Cote du toit de la nappe en m NGF
- Sens d'écoulement de la nappe



+80cm : Relèvement **+80cm : Rabaissement**

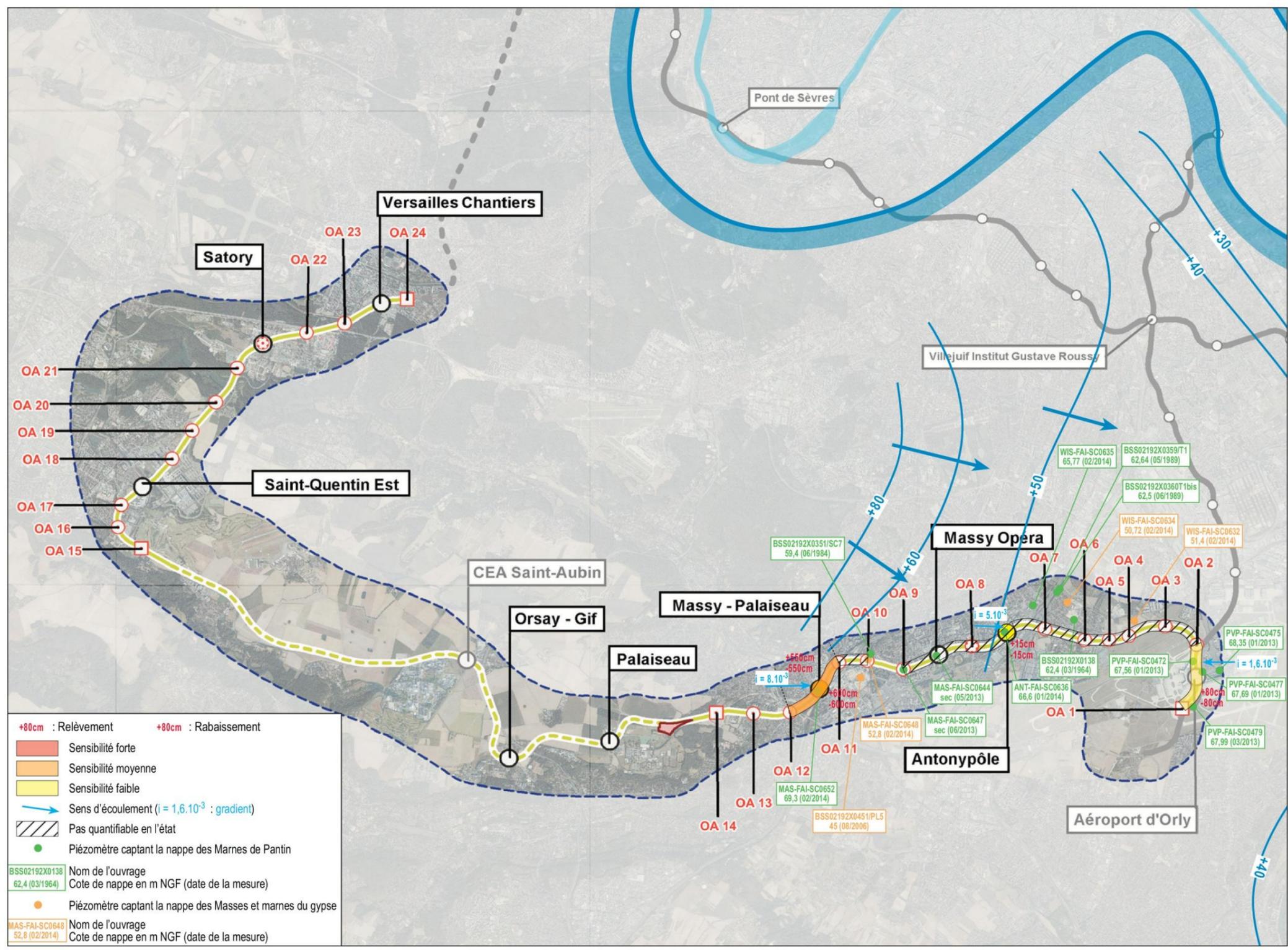
- Sensibilité forte
- Sensibilité moyenne
- Sensibilité faible
- Sens d'écoulement ($i = 1.10^{-2}$: gradient)
- Piezomètre captant la nappe des Sables de Fontainebleau
- Piezomètre captant la nappe du Calcaire de Brie

MAS-FAI-SP641 Nom de l'ouvrage
 84,2 (24/02/2014) Cote de nappe en m NGF (date de la mesure)

MAS-FAI-SP649 Nom de l'ouvrage
 77,8 (21/01/2014) Cote de nappe en m NGF (date de la mesure)

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Ortho® Cartographie : BURGEAP / Biotope, 2015

Impacts des infrastructures étanches sur l'écoulement de la nappe de l'Eocène supérieur – effet barrage



Grand Paris Express
Ligne 18 entre Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers

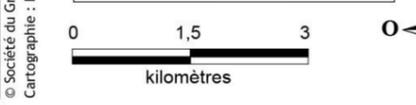
- Section souterraine
- Section aérienne en viaduc
- Gare de la Ligne 18
- Gare hors périmètre d'enquête
- Ouvrage annexe (OA)
- ⊗ Puits d'entrée de tunnelier (gare ou ouvrage annexe après travaux)
- ⊠ Puits de sortie de tunnelier (ouvrage annexe après travaux)
- Site de maintenance

- Autres lignes**
- Lignes 14 Sud et 15
 - Prolongement de la Ligne 18 au delà de 2030
 - Fuseau d'étude

Données hydrogéologiques

AQUIFÈRE DE L'EOCÈNE SUPÉRIEUR (Marinésien et Auversien)	
FORMATIONS ASSOCIÉES	CARACTÉRISTIQUES HYDRODYNAMIQUES
Marnes de Pantin (MP)	Perméabilité $K = 1 \text{ à } 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
Marnes d'Argenteuil (MA)	Très peu perméable
Masses et marnes du gypse (MFL)	Perméabilité $K = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
Marnes et Calcaires de Saint-Ouen (SO)	Perméabilité $K = 5 \cdot 10^{-5} \text{ à } 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ Coefficient d'emmagasinage $S = 1 \text{ à } 2 \%$
Sables de Beauchamp (SB)	Perméabilité $K = 5 \cdot 10^{-3} \text{ à } 1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ ($K_v \# Kh / 10$) Coefficient d'emmagasinage $S = 10 \%$
Base des Sables de Beauchamp et des Marnes et caillasses	Très peu perméables (mur de l'aquifère)

- Extension du faciès de l'Auversien et du Marinésien (Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- Piézométrie du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (Eocène supérieur)
- Cote de toit de la nappe en m NGF
- Sens d'écoulement de la nappe



+80cm : Relèvement **+80cm : Rabaissement**

- Sensibilité forte
- Sensibilité moyenne
- Sensibilité faible
- Sens d'écoulement ($i = 1,6 \cdot 10^{-3}$: gradient)
- ▨ Pas quantifiable en l'état
- Piézomètre captant la nappe des Marnes de Pantin
- Piézomètre captant la nappe des Masses et marnes du gypse

BSS02192X0138
62,4 (03/1964)
Nom de l'ouvrage
Cote de nappe en m NGF (date de la mesure)

MAS-FAI-SC0648
52,8 (02/2014)
Nom de l'ouvrage
Cote de nappe en m NGF (date de la mesure)

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : eSGP, IGN, BD Topo® et Ortho®
Cartographie : BURGEAP / Biotopo, 2015

Pour les différentes sections en tunnel et les gares, l'effet barrage a été calculé de façon qualitative en synthétisant d'une part l'ensemble des données disponibles dans les archives BGP (gradient de nappe, relevés piézométrique) et d'autre part à l'aide des données piézométriques issues des missions géotechnique G11. Le risque d'un éventuel effet barrage a été évalué en tenant compte de la profondeur de la nappe et de l'urbanisation au niveau des zones à risques.

Pour les différentes sections en tunnel, l'effet barrage a été évalué le long de la Ligne 18 comme :

- **Faible à négligeable :**

- lorsqu'il se trouve ponctuellement **dans la nappe de l'Eocène supérieur, à l'est de la Ligne 18** entre l'ouvrage annexe OA1 sur la commune de Paray-Vieille-Poste jusqu'à l'ouvrage annexe OA11 situé sur la commune de Massy, soit sur un linéaire de 9,17 km (le tunnel recoupe la nappe de l'Eocène sur un linéaire réel de 8460 m). Dans cette zone, soit l'effet barrage est de l'ordre de 80 cm dans une nappe captive située à plus de 15 m de profondeur dans une zone peu urbanisée, soit le tunnel se trouve parallèle au sens d'écoulement de la nappe ce qui rend l'effet barrage nul ;
- lorsqu'il se trouve **dans la nappe de l'Oligocène, à l'est de la Ligne 18** entre l'ouvrage annexe OA12 sur la commune de Massy et l'ouvrage OA13 situé sur la commune de Palaiseau, soit sur un linéaire de 780 m. L'écoulement de la nappe se fait pratiquement parallèle à l'ouvrage et l'effet barrage est donc très faible dans la nappe d'abord captive des calcaires de Brie (à 10 m de profondeur) puis dans la nappe libre des sables de Fontainebleau de l'Oligocène située à plus de 20 m de profondeur dans une zone fortement urbanisée ;
- lorsqu'il se trouve **dans la nappe de l'Oligocène, au nord-ouest de la Ligne 18** vers l'ouvrage annexe OA23 et 300 m avant la gare Versailles Chantiers, soit sur un linéaire de 640 m. L'effet barrage est de l'ordre 2,4 m dans une nappe libre située 35 m de profondeur dans une zone fortement urbanisée ;
- lorsqu'il se trouve **dans la nappe de l'Oligocène et passe sous la Bièvre, au nord-ouest de la Ligne 18** vers l'OA20 sur la commune de Guyancourt jusqu'à proximité de l'OA21 situé sur la commune de Versailles, soit sur un linéaire de 1480 m. L'effet barrage est de l'ordre 90 cm dans une nappe libre située entre 30 et 7 m de profondeur dans une zone faiblement urbanisée ;

- **Moyen :**

- lorsqu'il se trouve **dans la nappe de l'Eocène supérieur, à l'est de la Ligne 18** entre l'ouvrage annexe OA11 jusqu'à l'ouvrage annexe OA12 situé sur **les communes de Massy et Palaiseau**, soit sur un linéaire de 1,4 km. Dans cette zone l'effet barrage est de l'ordre de 5,5 m dans la nappe captive située à plus de 15 m de profondeur dans une zone fortement urbanisée ;
- lorsqu'il se trouve **dans la nappe de l'Oligocène, au nord-ouest de la Ligne 18**, 300 m avant la gare Versailles-Chantiers jusqu'à l'ouvrage annexe OA24 (fin de la Ligne 18) sur la **commune de Versailles**, soit sur un linéaire de 870 m. Dans cette zone l'effet barrage est de plus de 6,5 m avec une nappe captive sous 7 m de marnes à huîtres dans une zone fortement urbanisée.

Pour les gares Antony-pôle, Massy Opéra, Massy-Palaiseau et Versailles Chantiers, suivant une approche qualitative, **l'effet barrage est généralement moyen**. Cet effet barrage non négligeable s'explique essentiellement par la présence de nappes de faible épaisseur (3 à 15 m environ) et occultées à 100 % par les ouvrages. Leur écoulement est généralement perpendiculaire aux ouvrages. L'élévation du niveau de la nappe en amont et l'abaissement à l'aval au droit de chaque gare est évaluée entre 15 et 90 cm. La nappe de l'Oligocène au niveau de ces gares, se situe à faible profondeur entre 3 et 5 m par rapport au terrain naturel. Une élévation du niveau de la nappe de l'ordre de 40 et jusqu'à 80 cm est donc **non négligeable** pour les infrastructures existantes voisines.

L'effet barrage, selon un critère qualitatif, est jugé comme potentiellement non négligeable au niveau des secteurs de Massy-Palaiseau (entre l'OA 11 et l'OA 12 sur un linéaire de 1440 m) et Versailles (870 m) ainsi qu'au niveau des gares Antony-pôle, Massy Opéra, Massy-Palaiseau et Versailles Chantiers avec un relèvement évalué à plus de 40 cm. Sur le reste du projet de la ligne 18 l'effet barrage est jugé négligeable à nul.

1.4.8.4 Analyse qualitative de l'effet barrage vis-à-vis des autres usages

Les captages voisins recensés se situent à plus de 500 m dans l'emprise du secteur dans lequel l'effet barrage est identifié. Les ouvrages les plus proches sont deux captages industriels situés à plus de 500 m de la gare Massy-Palaiseau qui captent respectivement la nappe de l'Eocène supérieur contenue dans le calcaire de Saint-Ouen à 60 m de profondeur et la nappe du Lutétien contenue dans le calcaire grossier (ouvrages de 80 m de profondeur). Les autres ouvrages se situent à plus de 1000 m de la Ligne 18 et captent spécifiquement les nappes du Lutétien, du Campanien ou de l'Oligocène. L'impact piézométrique lié à l'effet barrage ne concerne donc aucun captage recensé.

Compte-tenu du contexte très urbanisé des secteurs dans lesquels un effet barrage a été identifié, il est possible que des parkings souterrains soient touchés par le relèvement piézométrique ainsi créé. Dans ce cas, les éventuels systèmes de rabattement des eaux souterraines au droit de ces parkings pourraient subir une augmentation du débit à pomper. **Cet effet barrage sera évalué en phase ultérieure de façon quantitative à l'aide d'une modélisation pour les gares et les sections de tunnel sensibles.**

1.4.8.5 Synthèse des impacts générés par les ouvrages sur l'effet barrage en phase exploitation

L'analyse de l'effet barrage a montré qu'une partie des ouvrages constituant la Ligne 18 générerait un impact résiduel (car en phase exploitation) fort à moyen sur leur environnement et notamment sur les infrastructures existantes au niveau de ces secteurs fortement urbanisés.

Une évaluation quantitative de l'effet barrage à l'aide d'un modèle sur la base de calculs numériques pourra être réalisée dans les zones identifiées à moyen et fort enjeux soit au niveau du passage du tunnel dans les secteurs de Massy-Palaiseau et Versailles ainsi qu'au niveau des 5 gares **(en phase Dossiers Loi sur l'Eau)**.

MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

- **Réalisation de modélisations plus approfondies** : il conviendra, au cours des phases d'étude post-DUP, de vérifier et de valider ou au contraire d'infirmer la géométrie et les caractéristiques de l'ensemble des aquifères mais aussi des écrans peu perméables, notamment par la réalisation d'investigations in-situ adaptées et de réévaluer, au cas par cas, les impacts ;

Cet effet barrage fera l'objet d'une approche quantitative au niveau du passage du tunnel dans les secteurs de Massy-Palaiseau et Versailles et au niveau de gares

- **recensement des parkings souterrains voisins** situés dans l'emprise des secteurs présentant un relèvement du niveau piézométrique afin d'identifier les structures pouvant nécessiter un aménagement du système de rabattement existant, du fait de l'augmentation du niveau piézométrique lié à l'effet barrage ;
- **mise en place d'un suivi piézométrique** dans les secteurs sensibles au niveau des 4 gares référencées pendant le début d'exploitation afin de s'assurer du maintien des niveaux d'eaux souterraines à proximité des ouvrages ;
- **réalisation de reconnaissances hydrogéologiques complémentaires** : pose de piézomètres sélectifs zones, essais de pompage...

Ces mesures permettront de préciser le contexte hydrogéologique et les résultats avancés.

L'objectif de ces études complémentaires est de préciser les sens et gradients d'écoulement afin de pouvoir quantifier plus précisément l'effet barrage dans les secteurs où l'enjeu est non négligeable. Cette quantification sera réalisée avec des modèles locaux d'écoulement de la nappe considérée, au cours des phases d'étude post-DUP. Si les résultats des calculs montrent des effets barrages significatifs et susceptibles d'engendrer des désordres, des mesures de réduction seront étudiées. Leur efficacité sera testée par calcul.

Il s'agit notamment de systèmes de régulation destinés à restituer, autant que possible, une transparence hydraulique dans les écoulements souterrains.

EFFETS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Aucun effet résiduel n'est envisagé à ce stade.

MESURES DE SUIVI

Des piézomètres de suivi seront mis en place autour de chaque gare. Le nombre de piézomètres mis en place dépendra de la sensibilité de l'ouvrage à l'effet barrage. A minima, un piézomètre captant la nappe phréatique sera mis en place à l'amont de chaque gare. Le réseau de piézomètres sera défini en mutualisant les besoins de suivi en raison des différents effets piézométriques attendus et notamment l'abaissement piézométrique en phase travaux.

Les piézomètres qui seront mis en place seront suivis sur une période suffisamment longue (au minimum deux ans) après la mise en place des parois moulées, pour vérifier les effets piézométriques réellement engendrés par le projet.

Ces ouvrages feront l'objet d'un suivi régulier, avec des mesures manuelles mensuelles.

A partir de ces mesures, il sera alors vérifié si l'effet barrage mesuré est conforme aux prévisions.

1.4.9. Synthèse des impacts et mesures concernant l'hydrogéologie

Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
<p>Tunnel de la Ligne 18 prévu en souterrain :</p> <p>Secteur Orly-Palaiseau Secteur Magny-les-Hameaux - Versailles</p>	<p>Tunnel profond recoupant plusieurs nappes :</p> <p>Mise en communication des nappes</p> <p>Effets sur les usages des eaux souterraines</p> <p>Effets sur la qualité des eaux souterraines</p>	<p>Phase études et chantier :</p> <p>La technique du tunnelier permet de limiter le risque de communication entre nappes et permet d'éviter tout rabattement de nappe en créant une paroi étanche à l'avancement de l'excavation, du fait de la mise sous pression de la chambre d'abattage. Cette méthode constructive évite toute modification du régime d'écoulement et tout impact sur la qualité des eaux souterraines.</p> <p>Phase exploitation :</p> <p>Les méthodes constructives prévues pour le tunnel (forage au tunnelier étanche) permettent d'éviter tout impact sur les eaux souterraines en phase d'exploitation</p>	<p>Les pompages des eaux résiduelles issues des infiltrations au sein de l'enceinte étanche seront extrêmement faibles.</p>	/	<p>Phase études et chantier :</p> <p>En phase de creusement du tunnelier, différents paramètres seront suivis afin de s'assurer de l'efficacité de l'injection de mortier de bourrage (quantité de mortier injecté, pression d'injection etc...).</p> <p>Phase exploitation :</p> <p>Une fois les travaux terminés, l'étanchéité du tunnel pourra être contrôlée par inspection et par la mesure de débit des eaux d'infiltration résiduelles. Si des anomalies sont constatées sur le débit récolté, des traitements complémentaires par injection seront réalisés.</p>	Intégré au coût des travaux
<p>Gares et ouvrages annexes de la Ligne 18 prévus en souterrain :</p> <p>OA1, OA2, OA3, OA4, OA5, OA6, OA7, OA8, OA11, OA12, OA18, OA19, OA24</p> <p>Gares Antonypôle, Massy Opéra, Massy-Palaiseau, Versailles Chantiers</p>	<p>Gares profondes recoupant plusieurs nappes</p> <p>Mise en communication des nappes</p> <p>Effets sur les usages des eaux souterraines</p> <p>Effets sur la qualité des eaux souterraines</p>	<p>Phase études et chantier :</p> <p>Préalablement au terrassement des ouvrages et des gares, des parois moulées seront réalisées depuis la surface. La paroi moulée forée à la boue permet d'éviter la mise en communication des nappes lors de la construction.</p> <p>La réalisation des gares sous couvert de paroi moulée et la réalisation d'un radier au niveau d'une couche peu perméable permettent de travailler à l'abri d'une enceinte étanche et évitent tout rabattement de nappe conséquent ; il y aura un simple volume d'eau à "vidanger" au sein de chaque enceinte étanche prévue</p> <p>L'impact en phase travaux au droit des gares sur l'écoulement des nappes sera ainsi quasi-nul.</p> <p>Phase exploitation :</p> <p>Les méthodes constructives prévues (paroi moulée étanche) permettent d'éviter tout impact sur la qualité des eaux souterraines</p>	<p>Les pompages des eaux résiduelles issues des infiltrations au sein des boîtes gares étanches seront extrêmement faibles.</p>	/	<p>Phase études et chantier :</p> <p>Lors de la réalisation des parois moulées, de multiples paramètres sont surveillés comme la vitesse d'avancement, la quantité de boue de forage utilisée et la quantité de béton mis en place, la géométrie des panneaux... Ces multiples contrôles ont pour objectif de s'assurer que la paroi moulée est parfaitement réalisée et joue bien son rôle mécanique d'une part et d'écran étanche d'autre part.</p> <p>Phase exploitation :</p> <p>Une fois les travaux terminés, l'étanchéité des ouvrages pourra être contrôlée par inspection et par la mesure de débit des eaux d'infiltration résiduelles. Si des anomalies sont constatées sur le débit récolté, des traitements complémentaires par injection seront réalisés.</p>	Intégré au coût des travaux Intégré au coût des travaux
<p>Gares et ouvrages annexes de la Ligne 18 prévus en souterrain :</p> <p>OA9, OA10, OA13, OA20, OA21, OA23</p>	<p>Effets sur les usages des eaux souterraines</p> <p>Effets sur la qualité des eaux souterraines</p>	<p>Phase exploitation :</p> <p>Les méthodes constructives prévues (paroi moulée étanche) permettent d'éviter tout impact sur la qualité des eaux souterraines</p>			<p>Phase exploitation :</p> <p>Une fois les travaux terminés, l'étanchéité des ouvrages pourra être contrôlée par inspection et par la mesure de débit des eaux d'infiltration résiduelles. Si des anomalies sont constatées sur le débit récolté, des traitements complémentaires par injection seront réalisés.</p>	

Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
<p>Gares de la Ligne 18 prévus en souterrain :</p> <p>Antony-pôle, Massy Opéra, Massy-Palaiseau, Versailles Chantiers</p> <p>Tunnel de la Ligne 18 prévu en souterrain :</p> <p>Secteur Massy-Palaiseau (entre l'OA 11 et l'OA12) Secteur de Versailles (300 m avant la gare Versailles Chantiers jusqu'à l'OA24)</p>	<p>Modifications du régime d'écoulement des nappes : effet barrage généré par la présence des infrastructures étanches (tunnel et gares souterraines) - relèvement en amont et abaissement en aval</p>	<p>Phase études et chantier :</p> <p>Mise en œuvre de méthodes constructives adaptées : creusement au tunnelier, réalisation des ouvrages sous protection de parois moulées</p> <p>Réalisation d'une première analyse qualitative de l'effet barrage sur l'ensemble de la Ligne 18 prévue en souterrain.</p> <p>Réalisation de modélisations plus approfondies : approche quantitative au niveau du passage du tunnel dans les secteurs de Massy-Palaiseau et Versailles ainsi qu'au niveau des 5 gares</p> <p>Mise en place d'un suivi piézométrique</p> <p>Réalisation de reconnaissances hydrogéologiques complémentaires</p> <p>Phase exploitation</p>	<p>Pas quantifiable en l'état</p>	<p>Pas quantifiable en l'état</p>	<p>Des piézomètres de suivi seront mis en place autour de chaque gare et section du tunnel sensible. A minima, un piézomètre captant la nappe phréatique sera mis en place à l'amont de chaque gare.</p> <p>Mise en place de mesures de régulation de la nappe si nécessaire.</p> <p>Mise en place de piézomètre de suivi autour de chaque gare souterraine sensible et que chaque section de tunnel.</p> <p>Ces ouvrages feront l'objet d'un suivi régulier, avec des mesures manuelles mensuelles.</p> <p>A partir de ces mesures, il sera alors vérifié si l'effet barrage mesuré est conforme aux prévisions.</p>	<p>Fonction des marchés contractualisés</p> <p>Intégrés au coût des études à venir : conception AVP, Etudes Loi sur l'Eau</p>

Légende : Impact résiduel nul/négligeable Impact résiduel faible Impact résiduel modéré Impact résiduel fort Impact résiduel positif

1.5. Eaux superficielles et risques associés

1.5.1. Rappel des enjeux liés aux eaux superficielles et aux risques associés

Les enjeux de la Ligne 18 vis-à-vis des eaux superficielles sont les suivants :

- présence de cours d'eau (y compris rigoles) et plans d'eau recoupant la zone de passage préférentiel de la ligne à différents endroits. La section aérienne de la Ligne 18 est particulièrement concernée par cet enjeu ;
- un aléa inondation présent sur la totalité de la zone de passage préférentiel (aléa non quantifié dans les documents disponibles). La section aérienne du tracé est également particulièrement concernée par cet enjeu.

Les enjeux vis-à-vis des eaux superficielles sont forts, essentiellement du fait de la présence d'un réseau hydrographique superficiel développé, notamment au droit du plateau de Saclay, et dont l'aléa inondation est considéré par défaut comme fort dans le cadre de la présente étude d'impact.

1.5.2. Impacts et mesure en phase chantier

1.5.2.1 Risque de dégradation/pollution des eaux

La phase chantier nécessitera des emprises travaux sur le terrain naturel importantes à l'échelle de la Ligne 18.

L'origine de la pollution en phase chantier peut-être :

- liée au transport de « fines » depuis les emprises chantier en période pluvieuse : les matières en suspension ont une incidence sur les zones localisées en aval de la zone de travaux et/ou les cours d'eau traversés ;
- accidentelle : 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 accidentel et/ou d'un charriage de matières en suspension 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.

Si toutes les installations de chantier sont susceptibles d'avoir une incidence directe ou indirecte sur le sol, le sous-sol ou les eaux superficielles, les ouvrages positionnés à proximité immédiate du réseau hydrographique superficiel et/ou de zones humides présenteront une sensibilité particulière

en phase chantier. **Les impacts potentiels de la phase chantier vis-à-vis de la pollution sont donc forts.**

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Des **mesures d'évitement** seront prévues pour préserver la qualité des eaux. Elles ont pour objectif d'éviter la production importante de matières en suspension et leur transfert vers l'aval ainsi que le déversement sur le sol et le sous-sol de produits polluants (huiles, graisses, hydrocarbures...) Les réseaux de collecte des eaux de ruissellement seront réalisés dès le démarrage des travaux.

- mise en place d'ouvrages de rétention/régulation assurant une décantation optimale des matières en suspension et polluants associés, y compris les métaux, charriés par les eaux de ruissellement des aires de chantier.

Comme préconisé par l'établissement Paris-Saclay dans le Praxis « *Etude globale de gestion des eaux du plateau de Saclay – février 2014* » ; les ouvrages seront conçus de telle sorte que l'abattement soit maximal pour les événements pluvieux courants (cumul < 20 mm) produisant les ruissellements les plus chargés en polluants (eaux de premier lessivage des sols) ;

- Les ouvrages d'assainissement eaux pluviales de la phase chantier ne recevront que des eaux pluviales. En particulier, les laitances de ciment et autres effluents générés par la construction des aménagements ne seront rejetés ni vers le réseau de collecte ni vers les ouvrages de stockage/régulation. De manière classique en phase chantier les laitances de ciment sont récupérées/filtrées/décantées dans des cuves spécifiques sur sites ou exportées pour gestion/traitement à l'extérieur.
- étanchéification des aires de ravitaillement, de lavage et d'entretien des engins et interdiction de tout entretien en dehors ;
- stockage des produits polluants et du matériel sur des aires aménagées à cet effet. Des rétentions, si possible placées sous abri, seront prévues pour le stockage des produits polluants (carburant, huiles neuves et usagées..) ;
- fossés ceinturant les aires de stationnement des engins ;
- traitement/stockage des eaux usées sanitaires : fosses septiques conformes à la réglementation, fosses toutes eaux ou WC chimiques (pompage puis traitement en station d'épuration) ;
- limitation des défrichements et des décapages aux surfaces strictement nécessaires aux emprises du projet et végétalisation rapide des surfaces terrassées ;
- arrosage des pistes par temps sec pour limiter l'envol de poussières ;
- maintenance préventive du matériel et des engins ;
- collecte et évacuation des déchets du chantier selon les filières agréées ;
- information voire formation des personnels de chantier sur les mesures à mettre en œuvre en cas de pollution.

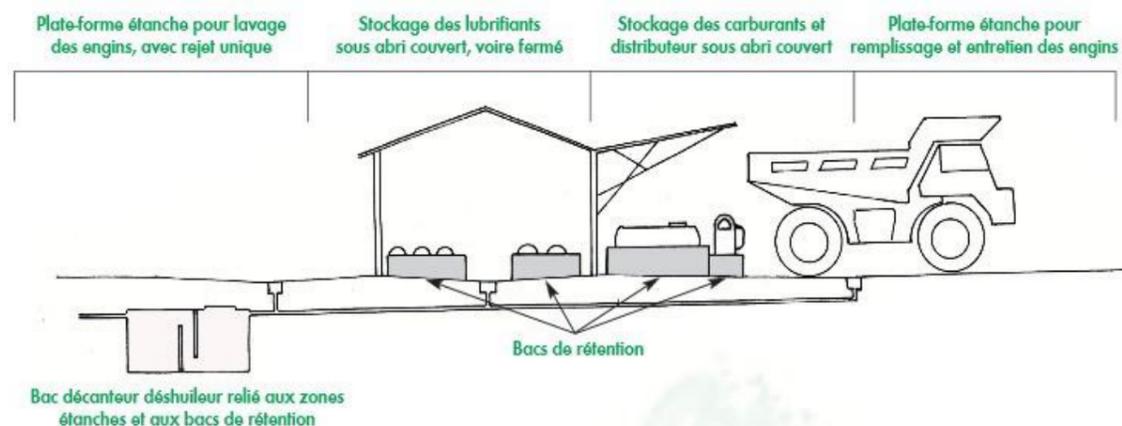


Schéma représentant les techniques d'entretien des engins et de stockage de produits polluants

En cas de fuite accidentelle, l'entreprise de travaux devra avoir les moyens de circonscrire rapidement la pollution générée. Selon la nature de la pollution, les mesures suivantes pourront être mises en œuvre :

- isolement du tronçon de réseau, fossé, contaminé par des dispositifs de coupure ;
- épandage de produits absorbants (sable...) ;
- raclage du sol en surface et transport des sols pollués vers des sites de traitement agréés ;
- utilisation de kits anti-pollution équipant tous les engins.

Par ailleurs, il sera demandé aux entrepreneurs en charge des travaux de réaliser un Plan de Respect de l'Environnement dans lequel ils expliciteront les moyens de protection de l'environnement qu'ils mettront en place lors du chantier. Il reprendra notamment les points présentés ci-avant ainsi que les mesures figurant dans les études de conception et dossiers réglementaires post-DUP.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Au regard des mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre, les impacts seront réduits au maximum et aucune mesure compensatoire ne semble aujourd'hui nécessaire.

MESURES DE SUIVI

Les ouvrages d'assainissement provisoires feront l'objet d'un entretien régulier pendant toute la phase travaux et d'un contrôle complet à la fin des travaux. Les décantats générés durant les travaux seront évacués vers une filière conforme à la réglementation en vigueur.

Les conditions de stockage des produits polluants et les bacs de rétention feront l'objet d'une vérification périodique (absence de stockage hors rétention, repérage d'une fuite, évacuation des liquides polluants ou des eaux pluviales contenus dans les rétentions).

La présence / disponibilité des moyens de protection (absorbants ...) feront l'objet d'une vérification périodique.

1.5.2.2 Risque de modification des écoulements du réseau hydrographique

Le risque de modification des écoulements du réseau hydrographique concerne en phase chantier :

- le tronçon aérien de la ligne ;
- les emprises chantiers des gares (tronçons aériens et souterrains confondus), des ouvrages annexes, du SMR, des puits de tunnelier.

Le chantier peut avoir un impact vis-à-vis du réseau hydrographique superficiel à deux niveaux :

- un impact direct lorsque le chantier se positionne au droit d'un élément hydrographique superficiel identifié (fossé, cours d'eau, etc.) ;
- un impact indirect sur le réseau hydrographique superficiel lorsque l'emprise travaux intercepte des ruissellements en provenance d'un bassin versant positionné en amont.

L'impact du projet en phase chantier sur le régime des écoulements du réseau hydrographique est localement fort, les plates-formes de travaux modifiant de par leur existence même les conditions d'écoulement du réseau hydrographique ou les modalités de ruissellement vers le réseau hydrographique.

Toutefois cet impact restera limité aux emprises chantier interceptant des éléments du réseau hydrographique ainsi que les ruissellements en provenance des bassins versants situés en amont des zones de chantier.

Emprises chantier des gares, ouvrages annexes et SMR

Au stade des études préliminaires, aucune emprise chantier des gares, ouvrages annexes et du SMR n'intercepte des éléments du réseau hydrographique (fossé, cours d'eau). Si toutefois un dévoiement était à réaliser, ce dernier serait vraisemblablement très localisé et n'engendrerait pas en première approche d'incidence significative sur les écoulements. La quantification précise de son impact serait toutefois à préciser dans le cadre des études de conception et réglementaires post-DUP.

Emprises chantier liées au viaduc

La réalisation du viaduc nécessitera une emprise importante au sol de part et d'autre de l'infrastructure (bande de travaux), notamment au droit du plateau de Saclay dont le réseau hydrographique est très développé. Cette bande représentera une emprise plus ou moins large

selon la phase chantier et le matériel nécessaire, et comprise dans les 35m du périmètre de la bande DUP, sauf pour le franchissement de la RN118 :

- ateliers de réalisation des fondations, appuis, chevêtres sur le tracé (appuis coulés en place), sachant que l'inter-distance moyenne entre chaque appui sera de l'ordre de 25 m, hors contrainte particulière ;
- des emprises constructives pour la mise en œuvre des chevêtres ;
- des emprises constructives pour la pose du tablier en U (emprises grues notamment) ;
- des emprises constructives pour le coulage des tabliers ;
- des emprises constructives pour la réalisation des rampes de transition.
- une aire de préfabrication à proximité du tracé pourrait être nécessaire. Si cette aire de préfabrication est nécessaire, le choix de son implantation devra répondre à un certain nombre de contraintes, comme la proximité du viaduc mais également l'accessibilité des poids lourds et convois exceptionnels depuis les voies routières existantes, ou encore la disponibilité d'une surface suffisante.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Concernant les impacts directs sur les éléments du réseau hydrographique superficiel :

Les emprises chantier seront délimitées de façon à ne pas interférer, dans la mesure du possible, avec les éléments du réseau hydrographique superficiel (cours d'eau, plans d'eau, rigoles). Concernant notamment le viaduc :

- il est retenu à ce stade des études de conception de la ligne la mise en œuvre de piles de faibles emprises au sol plutôt que des piles à voile large et chevêtre intégré ;
- le calepinage des piles du viaduc, normalement espacées d'environ 25 m, sera adapté dans la mesure du possible afin d'éviter toute interférence avec le réseau hydrographique.

Toutefois, si une déviation/dévoisement de ce réseau hydrographique était localement rendue nécessaire, le principe de transparence hydraulique du chantier sera systématiquement recherché.

La circulaire n°426 du 24 juillet 2002 relative au décret n°2202-202 décrit la transparence hydraulique comme le fait de « ne pas engendrer une augmentation de la ligne d'eau supérieure à la précision des modèles (1 cm en régime fluvial) ». Il s'agit donc vis-à-vis de la réglementation « eau » de ne pas modifier de manière significative (au-delà de 1 cm) les hauteurs des écoulements en crue.

A ce stade des études de conception, il est difficile de procéder à une quantification précise des impacts des aires de chantier sur le milieu hydrographique, en particulier sur les écoulements et le réseau de rigoles du plateau de Saclay. Une analyse détaillée sera toutefois à mener dans les phases ultérieures de conception et dans les études réglementaires post-DUP (dossier « Loi sur l'Eau »).

Concernant les impacts indirects liés à l'interception des eaux de ruissellement en provenance du bassin versant amont :

Afin de limiter les perturbations du ruissellement de surface alimentant le réseau hydrographique environnant le tracé de référence de la Ligne 18, des mesures seront prises dès la phase chantier. Il s'agira de créer, en secteur aérien (viaduc et ouvrages associés, gares, ouvrages annexes, ...) des fossés longitudinaux qui recueilleront les eaux de ruissellement des bassins versants amont interceptés par l'infrastructure et ses emprises chantiers, et les restitueront au milieu naturel en aval de la zone travaux. Ces ouvrages assureront une transparence hydraulique vis-à-vis des ruissellements en provenance des bassins versants amont.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Les impacts résiduels sont nuls et ne nécessitent donc pas de mesures compensatoires.

MESURES DE SUIVI

Une surveillance et un entretien réguliers des ouvrages assurant la transparence hydraulique et des fossés longitudinaux seront à réaliser tout au long du chantier afin de s'assurer du maintien de leur fonctionnalité.

1.5.2.3 Imperméabilisation des sols et gestion des eaux pluviales

Pour l'heure, les éléments d'information concernant les bases chantier ne permettent pas d'évaluer de façon précise les modifications engendrées par la réalisation des travaux en termes de sur débit de ruissellement induit par une nouvelle imperméabilisation des sols.

De manière globale, au niveau des zones actuellement non imperméabilisées, il est notable que les impacts des travaux sont forts à l'échelle de chaque base chantier (modification locale des écoulements), l'occupation de la surface du sol y étant largement modifiée (passage de surfaces présentant un coefficient de ruissellement faible, caractéristiques d'espaces naturels (coefficient de 0,2 à 0,3), à des plates-formes de chantier compactées génératrices de surdébits de ruissellement (coefficient de ruissellement de 0,7 à 1).

A plus grande échelle, les impacts seront négligeables à nuls puisque les bases chantier représentent des superficies relativement faibles au regard de la surface des bassins versants traversés par la Ligne 18.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Études réglementaires : dossier « Loi sur l'Eau »

En application de l'article L.214-1 du code de l'environnement, sont soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation, les IOTA (installations, ouvrages, travaux et activités) réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée, et entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non, une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux, la destruction de frayères, de zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants.

La nomenclature des IOTA visés par ces procédures est définie à l'article R.214-1 du code de l'environnement.

La production du dossier « Loi sur l'Eau » sera nécessaire au vu des enjeux hydrauliques et hydrogéologiques.

Ce dossier permettra notamment de définir la gestion des eaux pluviales à mettre en œuvre ainsi que les rétablissements des écoulements divers à entreprendre.

La principale rubrique de la nomenclature « Loi sur l'Eau » concernée sera la rubrique 2.1.5.0 :

« Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :

- 1° Supérieure ou égale à 20 ha → Autorisation ;
- 2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha → Déclaration ».

Le dossier « Loi sur l'Eau » formulera l'ensemble des recommandations et mesures 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. Il sera réalisé au stade des études réglementaires post-DUP, afin que le niveau de définition du projet permette d'établir de manière plus pertinente les impacts associés.

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

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

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

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

- les matières particulaires par décantation ;
- les matières hydrocarbonées ;
- les métaux ;
- les pollutions accidentelles.

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 locales de rejet des gestionnaires de réseau.

Cette gestion consistera à collecter les eaux de ruissellement, à les traiter (traitement primaire) et à réguler le rejet en fonction de l'exutoire et des contraintes associées.

Au droit du plateau de Saclay, les mesures à mettre en œuvre devront respecter les prescriptions décrites dans le Praxis « Etude globale de gestion des eaux – plateau de Saclay (Etablissement Public Paris-Saclay) – février 2014 » et reprises ci-dessous :

- Une maîtrise des débits d'apports aux vallées de la Bièvre et de l'Yvette.

Les nombreuses rigoles et étangs guident une grande partie des écoulements du plateau. Ils représentent donc une opportunité pour réguler en amont les débits d'apports des aires chantier et de l'infrastructure aux vallées de la Bièvre et de l'Yvette qui sont à préserver lors d'épisodes pluviaux. Il s'agira donc de drainer un maximum de surfaces liées à l'infrastructure et ses aires de chantier vers les rigoles et étangs après écrêtement des ruissellements suivants les modalités décrites ci-après.

- Retenir l'évènement hydrologique le plus adapté pour le dimensionnement.

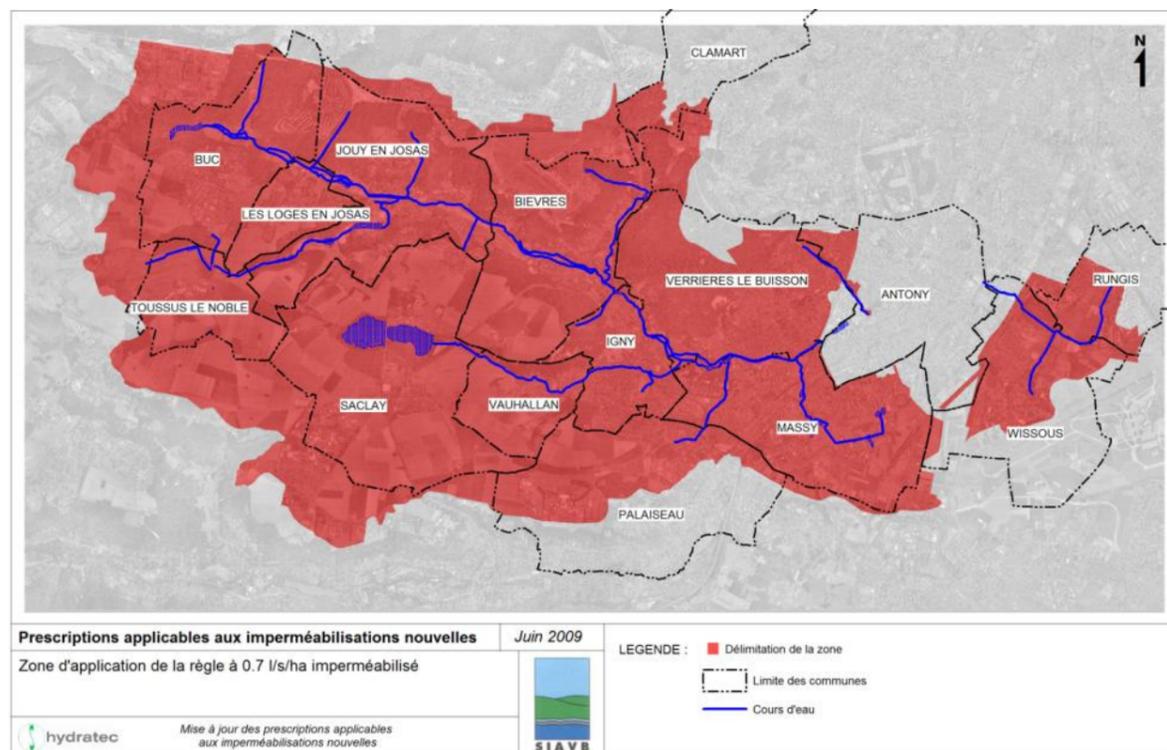
L'analyse des données météorologiques disponibles à l'échelle du territoire Paris-Saclay montre une importante hétérogénéité spatiale des pluies. Pour dimensionner les ouvrages de régulation, une pluie de référence sera définie en s'appuyant sur une durée et une intensité ou un cumul, sans mettre en avant une période de retour.

Pluie de référence	Moyenne Villacoublay-Orly	Villacoublay	Orly	Toussus-le-Noble	Trappes	Brétigny-sur-Orge
SIABV 59 mm pluie courte	50 ans	50-100 ans	50-100 ans	> 100 ans	> 100 ans	50-100 ans
SIAPHY 50 mm sur 2 heures	30-50 ans	30-50 ans	30-50 ans	50-100 ans	50-100 ans	30-50 ans
SMAROV 56 mm sur 12 heures	30-50 ans	20-30 ans	30-50 ans	10-20 ans	20-30 ans	30-50 ans
Ou 56 mm sur 12 heures	10-20 ans	10-20 ans	20-30 ans	5-10 ans	10-20 ans	20-30 ans

Périodes de retour associées à divers évènements de référence (Météo-France)

- Aligner les hypothèses de dimensionnement sur les règles existantes les plus contraignantes.

Pour le choix de l'évènement de référence, une pluie courte d'une durée de 2h et d'un cumul de 59 mm sera à minima retenue. Le débit de vidange sera de 0,7 l/s/ha afin de respecter les contraintes du SIAVB (Syndicat Intercommunal pour l'assainissement de la vallée de la Bièvre) sur les territoires identifiés sur la figure suivante :



Zones d'application des prescriptions du SIAVB aux imperméabilisations nouvelles (SIAVB)

- Privilégier l'infiltration douce

L'infiltration douce sera privilégiée une, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que l'infiltration naturelle, qui sera systématiquement recherchée.

Concernant cette prescription qui s'applique sur des ouvrages définitifs, elle est vraisemblablement moins adaptée dans les zones chantier susceptibles d'intercepter une éventuelle pollution accidentelle.

- Privilégier les techniques alternatives aux bassins traditionnels

Cette dernière préconisation est toutefois peu compatible avec un assainissement provisoire de chantier amené à évoluer au gré de l'avancement des travaux.

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

Les ouvrages définitifs de gestion des eaux pluviales, définis en tant que mesure compensatoire dans ce dossier, et dans les dossiers Loi sur l'Eau, seront construits autant que possible en phase chantier ou au plus tard à l'issue immédiate des travaux liés au gros œuvre de l'infrastructure de manière à être opérationnels dès la mise en service des ouvrages auxquels ils sont associés.

Les objectifs généraux de cette gestion consisteront à collecter les eaux de ruissellement, à les traiter (traitement primaire) et à réguler le rejet en fonction des contraintes de l'exutoire (débit de fuite des ouvrages, qualité des eaux vers l'exutoire, etc.), en respectant les doctrines locales, notamment sur le plateau de Saclay.

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

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'application de la réglementation « Loi sur l'Eau » limite fortement les impacts résiduels pour les aspects qualitatifs des rejets et pour la gestion des ruissellements.

MESURES DE SUIVI

Contrôle de l'efficacité du chantier

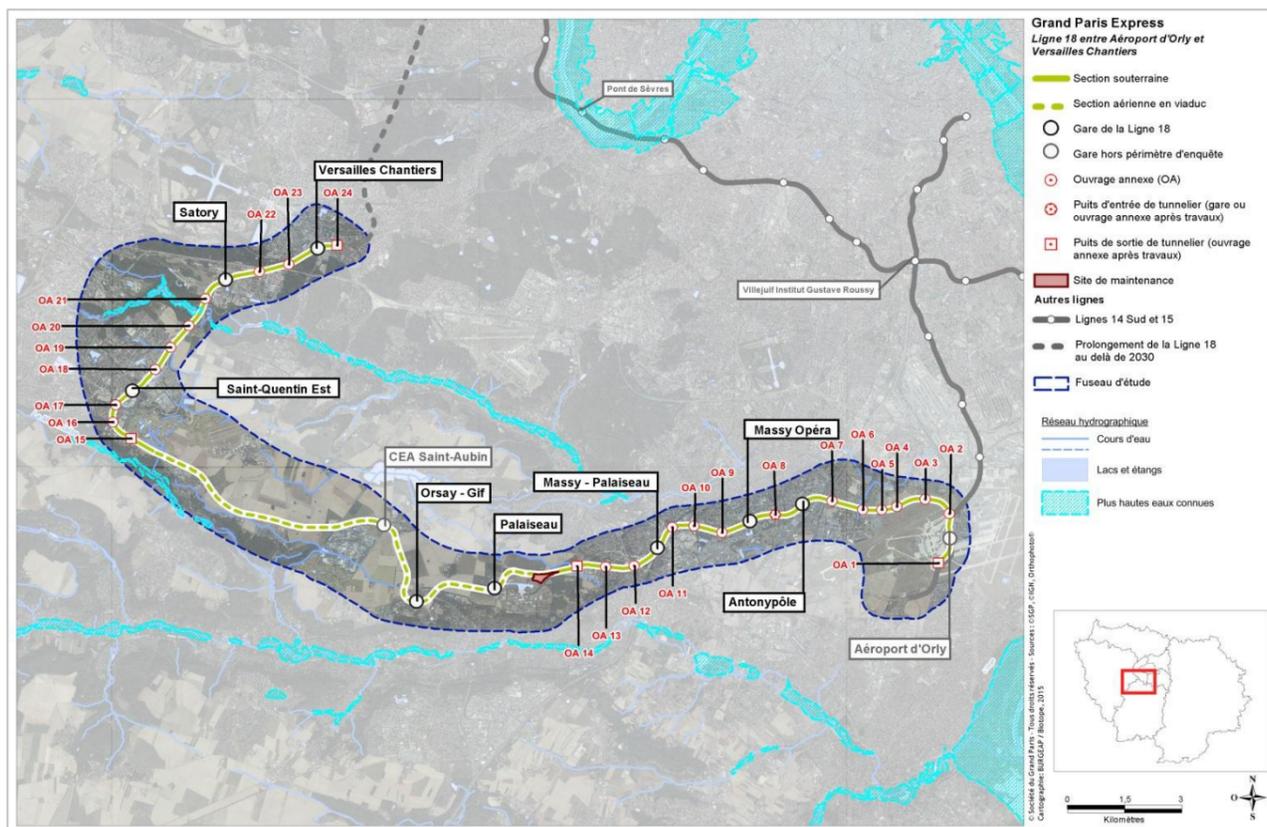
La principale mesure mise en œuvre consistera à contrôler les ouvrages de chantier ou le personnel évoluant sur site :

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

1.5.2.5 Gestion du risque inondation

Le fuseau de la Ligne 18 intercepte les zones inondables de la Bièvre (faisant l'objet de l'arrêté du 2 novembre 1992 valant PPRI sur la commune de Guyancourt) et de la Mérantaise (à Magny-les-Hameaux et Châteaufort), toutefois le tracé de référence de la Ligne 18 ne les traverse pas. En conséquence, aucune emprise ni émergence aérienne de la phase chantier de la Ligne 18 ne sera réalisée au sein de zones inondables.

Ainsi, aucune incidence n'est à attendre en phase chantier concernant les zones inondables recensées.



Position de la Ligne 18 et de ses ouvrages vis-à-vis des zones inondables connues

Le risque inondation est toutefois potentiellement présent sur le tracé :

- par ruissellement et débordements des rigoles, plans d'eau, étangs présents sur le plateau de Saclay ;
- au droit et aux abords immédiats du franchissement aérien d'un affluent de la Mérantaise, sur la commune de Magny-les-Hameaux. A noter que ce franchissement se positionne en tête de bassin versant sur un affluent présentant un écoulement temporaire.



Franchissement de l'affluent temporaire de la Mérantaise sur la commune de Magny-les-Hameaux et emprises chantiers associées

Ainsi, la phase chantier qui sera génératrice de zones de stockage et d'entreposage de matériaux, véhicules, installations de chantier au droit et aux abords des ouvrages émergents (gares, OA, SMR) et du viaduc, sera susceptible d'interférer avec d'éventuels débordements sur ces secteurs.

L'impact de la phase chantier sur l'expansion des débordements est potentiellement modéré à l'échelle de la parcelle ou de l'unité foncière mais faible à nul à l'échelle du réseau hydrographique intercepté par la ligne 18.

Le plateau de Saclay correspondant à une zone de stockage des eaux, les débordements sont vraisemblablement assimilables à ceux d'un marais ou plan d'eau, c'est-à-dire un débordement en volume, avec de faibles vitesses et sans axes d'écoulement majeur comme on peut l'observer a contrario sur des cours d'eau avec un lit mineur et un lit majeur clairement délimités.

Concernant l'affluent de la Mérantaise disposant d'un écoulement temporaire, ce dernier franchit actuellement la RD36 par un ouvrage hydraulique dimensionné pour faire transiter une crue de période de retour donnée (vraisemblablement crue de période de retour décennale à centennale). Pour une crue de période de retour supérieure à celle de dimensionnement de cet ouvrage, les débordements se feraient en amont du remblai routier de la RD36, avec des vitesses d'écoulement faibles.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Si des zones chantiers subsistent pour tout ou partie en zone inondable pré-identifiée, les mesures suivantes seront prises afin de réduire les impacts résiduels :

- estimation en phase d'études d'Avant-Projet, des volumes de remblais en zone inondable et les présenter dans le cadre des dossiers réalisés au titre de la loi sur l'eau ;
- maintien du volume, voire des surfaces d'expansion des crues par la réalisation de différentes actions comme un léger abaissement du niveau du sol au niveau des bases chantier, ou par la rentrée d'eau dans les zones d'excavation selon les cas.

MESURES DE SUIVI

Suivi pluviométrique et des niveaux d'eau dans les éléments hydrographiques du plateau de Saclay situés à proximité des aires de chantier afin d'anticiper notamment un éventuel retrait des éléments de chantier mobile les plus sensibles.

1.5.2.6 Alimentation en eau potable

Concernant la ressource pour l'alimentation en eau potable :

- aucun captage AEP superficiel ou périmètre de protection associé n'est identifié aux abords du tracé de référence de la Ligne 18 ;
- aucun rejet direct au sein d'un cours d'eau n'est envisagé.

La réalisation des travaux n'engendre pas d'impact sur les captages en eau potable superficiels. Par conséquent, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est mise en œuvre. Aucune mesure de suivi n'est donc mise en place.

1.5.3. Impacts et mesures en phase exploitation

1.5.3.1 Imperméabilisation des sols et gestion des eaux pluviales

Le démarrage de la phase d'exploitation sera marqué par la mise en service de l'infrastructure. De fait, les ouvrages de gestion des eaux pluviales seront mis en service au même moment et donc considérés comme opérationnels. La description des principes d'assainissement envisagés sont les suivants :

1.5.3.2 Gestion des eaux pluviales au droit des gares, ouvrages annexes et SMR

Les gares aériennes, bâtiments voyageurs, les ouvrages annexes et le SMR présentent des périmètres bien définis et disposeront d'un assainissement pluvial dédié. Les points de rejets n'étant pas définis au stade des études de conception préliminaire, les rejets devront respecter le débit maximum admissible imposé :

- par la réglementation en cas de rejet direct dans les eaux douces superficielles, le sol ou le sous-sol (réglementation liée à la loi sur l'eau d'une part et aux doctrines de gestion des ruissellements locaux d'autre part) ;
- le gestionnaire du réseau humide concerné en cas de rejet direct dans un réseau existant.

Les zones de régulations qui seront réalisées devront par ailleurs assurer un abattement suffisant des matières en suspension et polluants associés pour un rejet compatible avec les exigences de qualité requises pour le milieu récepteur.

1.5.3.3 Gestion des eaux pluviales du viaduc

Le viaduc présente un linéaire d'environ 13 km pour une largeur de 10 m environ. La surface nouvellement imperméabilisée liée à cette infrastructure sera donc de l'ordre de 10m²/ml. Le profil en long du viaduc est monopenté à 1%.

Il est envisagé à ce stade d'avancement des réflexions une collecte des eaux de ruissellement directement sur le tablier du viaduc. Ces eaux collectées seront ensuite récupérées au droit de chacune des piles via des systèmes de chutes. A ce stade des études de conception le système d'assainissement n'est pas encore précisément défini, à savoir une régulation en pied de chute au droit de chacune des piles avant rejet au milieu ou réseau existant, ou réalisation de zones de régulation mutualisées interceptant les ruissellements en provenance de plusieurs piles.

Quoiqu'il en soit, les rejets seront soumis à la réglementation loi sur l'eau et devront se conformer à la doctrine de gestion des eaux sur le plateau de Saclay décrite dans les paragraphes précédents.

Ces ouvrages de collecte et de régulation seront déjà présents pour tout ou partie lors de la phase travaux. Les eaux de chantier seront vraisemblablement plus fortement chargées en MES que celles en phase exploitation du au remaniement des terrains. Par ailleurs les eaux de la phase exploitation pourront contenir par exemple des éléments métalliques de type fer en liaison avec le freinage mécanique des trains aux abords immédiats des gares, éléments non présents en première approche durant la phase chantier. Quoiqu'il en soit, le traitement des eaux de ruissellement par décantation permettra d'abattre, en respectant les doctrines locales et règles de l'art de

dimensionnement, une part importante des polluants organiques (Demande Chimique en Oxygène, Demande Biologique en Oxygène) et des métaux liés aux MES.

Le dimensionnement détaillé de ces ouvrages devra être réalisé afin de se conformer aux objectifs de qualité des milieux récepteurs (aussi bien en milieu naturel qu'en réseau).

En cas d'incompatibilité entre l'assainissement de phase chantier et l'assainissement définitif pour des raisons d'emprises, de dispositions constructives, etc. ; l'assainissement définitif sera mis en œuvre à l'issue du chantier de gros œuvre et avant la mise en service de la ligne.

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

La principale mesure mise en œuvre en phase d'exploitation correspond à une mesure de suivi de l'état des ouvrages de gestion dans le temps.

MESURES DE SUIVI

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

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

Cela passera donc par :

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

1.5.3.4 Maintien de la luminosité nécessaire aux milieux aquatiques

La réalisation du tronçon aérien de la Ligne 18 au droit du plateau de Saclay est susceptible d'engendrer localement des modifications des conditions d'ensoleillement des éléments du réseau hydrographique.

Le viaduc dispose d'une largeur d'environ 10 m, pour un linéaire aérien de 13 km et une élévation moyenne de +6 m à +11 m par rapport au terrain naturel (hors franchissement particulier de la RN118 avec une élévation de +32 m par rapport à la voirie). **Si en première approche qualitative le viaduc induira un impact faible sur la luminosité** de par ses caractéristiques intrinsèques, seule une approche détaillée permettrait de le quantifier le cas échéant dans les phases ultérieures de conception et les études réglementaires post-DUP associées :

- caractérisation des zones d'ombres en fonction des saisons et heures de la journée sur le milieu aquatique,
- évaluation de l'incidence des ombres et des effets induits, notamment vis-à-vis de la température, sur les milieux aquatiques.

1.5.3.5 Gestion du risque inondation

De manière analogue à l'analyse faite en phase chantier, le risque inondation potentiellement présent et dont le périmètre précis sera à définir dans les études réglementaires post-DUP concerne le tronçon aérien de la Ligne 18 au droit du plateau de Saclay.

Ainsi, le tronçon aérien de la Ligne 18 au droit du plateau de Saclay sera susceptible d'interférer avec d'éventuels débordements sur ces secteurs.

L'impact de la phase exploitation sur l'expansion des débordements est potentiellement modéré à l'échelle de la parcelle ou de l'unité foncière mais faible à nul à l'échelle du réseau hydrographique intercepté par la Ligne 18.

Le plateau de Saclay correspondant à une zone de stockage des eaux, les débordements sont vraisemblablement assimilables à ceux d'un marais ou plan d'eau, c'est-à-dire un débordement en volume, avec de faibles vitesses et sans axes d'écoulement majeur comme on peut l'observer a contrario sur des cours d'eau avec un lit mineur et un lit majeur clairement délimités. La transparence hydraulique du projet vis-à-vis du risque inondation serait donc essentiellement liée à la restitution des volumes de débordements perdus par la présence de l'infrastructure. Le même raisonnement peut être mené en première approche sur l'affluent temporaire de la Mérantaise dont le franchissement se positionne en tête de bassin versant.

Ces éléments seront toutefois à préciser et quantifier dans le cadre des études réglementaires post-DUP.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Afin de limiter l'incidence potentielle de la Ligne 18 en phase exploitation vis-à-vis du risque inondation, les emprises au sol de la ligne aérienne en zone inondable seront limitées :

- les piles du viaduc seront préférentiellement de type pile marteau, présentant des emprises plus limitées que des piles plus larges avec chevêtre intégré ;
- le calepinage des piles sera adapté, dans la mesure du possible, afin de se positionner en dehors des zones de débordement potentielles de rigoles et cours d'eau ;
- mise en place au droit de la transition entre la tranchée ouverte et le viaduc courant d'une structure en U en béton armé remblayée à l'intérieur en matériaux d'apport de qualité (structures avec murs droits). Cette disposition permet de s'affranchir de rampe en remblai « classique » nécessitant des emprises au sol plus importantes (talus des remblais) ;
- positionnement le cas échéant des ouvertures des gares et OA concernés au-dessus de la cote casier : afin d'éviter la submersion de l'infrastructure et l'endommagement de l'ouvrage et des équipements associés en cas de crue, chaque ouvrage sera préférentiellement positionné au-dessus de la cote casier, c'est-à-dire de la cote des plus hautes eaux. Toutefois, en cas d'abaissement de la cote de certaines ouvertures situées sous la cote casier (lors des études AVP, PRO), ces dernières feront alors l'objet de dispositifs étanches d'obturation.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Si des infrastructures liées à la Ligne 18 subsistent pour tout ou partie en zone inondable pré-identifiée, les mesures suivantes seront prises afin de réduire les impacts résiduels :

- estimation en phase d'études d'Avant-Projet, des volumes de remblais en zone inondable et présentation dans le cadre des dossiers réalisés au titre de la loi sur l'eau ;
- maintien du volume, voire des surfaces, d'expansion des crues par la réalisation de différentes actions comme la mise à disposition de nouvelles zones d'expansion.

MESURES DE SUIVI

Elles consistent au suivi des fonctionnalités des éventuelles mesures compensatoires définies dans le cadre des études techniques et réglementaires post-DUP.

1.5.3.6 Impacts sur l'alimentation en eau potable

Concernant la ressource pour l'alimentation en eau potable :

- aucun captage AEP superficiel n'est identifié aux abords du tracé de référence de la Ligne 18.
- aucun rejet direct au sein d'un cours d'eau n'est pressenti.

La Ligne 18 n'engendre pas d'impact sur les captages en eau potable superficiels. Par conséquent, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est mise en œuvre. Aucune mesure de suivi n'est donc mise en place.

1.5.4. Synthèse des impacts et mesures concernant les eaux superficielles et les risques associés

Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coût
<p>Section aérienne de la Ligne 18</p> <p>Ensemble des émergences des gares et ouvrages annexes</p> <p>Installations spécifiques de chantier liées au viaduc, y compris pistes d'accès</p> <p>SMR de Palaiseau</p>	Risque de dégradation/pollution des eaux	<p>Phase études et chantier :</p> <p>Ouvrages de traitement/rétention/régulation adaptés à la nature des effluents collectés</p> <p>Prévention des pollutions accidentelles (gestion des stockages, étanchéification des zones à risque de pollution)</p> <p>Mise en place d'un protocole de gestion d'une éventuelle pollution accidentelle et dispositifs permettant de confiner la pollution sur le site</p> <p>Phase exploitation :</p> <p>Suivi des ouvrages de gestion des ruissellements mis en place dès la phase chantier</p>	Pas d'impact résiduel	/	<p>Suivi et entretien régulier des dispositifs d'assainissement</p> <p>Suivi des rétentions et des conditions de stockage</p> <p>Contrôle périodique des moyens de lutte anti-pollution</p>	<p>Phase travaux :</p> <p>Mise en place d'ouvrages de collecte temporaire au niveau des bases chantier : Coût intégré au marché de travaux</p> <p>Entretien des engins sur des aires aménagées et système de stockage des produits polluants: Coût intégré au marché de travaux</p> <p>Contrôle de l'efficacité du chantier : Coût intégré au marché de maîtrise d'œuvre</p> <p>Bassin de décantation provisoire : 20 à 35 €HT par m²</p> <p>Fossé provisoire de collecte : 2 à 3 €HT par ml</p> <p>Imperméabilisation par géo-membrane : 8 à 10 €HT par m²</p> <p>Phase exploitation :</p> <p>Coût intégré à celui d'exploitation de la ligne</p>
	Risque de modification des écoulements du réseau hydrographique	<p>Phase études et chantier :</p> <p>Réalisation d'aires de chantier d'emprises compatibles avec le réseau hydrographique superficiel</p> <p>Utilisation de dispositions constructives de moindre emprise, notamment concernant le viaduc.</p> <p>Transparence hydraulique des aires de chantier vis-à-vis des cours d'eau, étangs, rigoles</p> <p>Mise en place de fossés longitudinaux interceptant les ruissellements extérieurs au projet. Ces fossés assureront la transparence hydraulique de la Ligne 18 vis-à-vis des ruissellements superficiels</p> <p>Phase exploitation :</p> <p>Suivi des ouvrages de gestion mis en place dès la phase chantier et restant nécessaires pour l'exploitation de la Ligne 18</p>	Pas d'impact résiduel	/	<p>Suivi et entretien régulier des dispositifs</p>	<p>Phase travaux :</p> <p>Fossés longitudinaux provisoires de collecte : 2 à 3 €HT par ml</p> <p>Coût des ouvrages assurant la transparence hydraulique intégré au coût des travaux</p> <p>Phase exploitation :</p> <p>Coût d'exploitation du suivi et de la surveillance des mesures mises en œuvre dès la phase travaux</p>

Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coût
Section aérienne de la Ligne 18 Ensemble des émergences des gares et ouvrages annexes	Phase chantier : Impact fort vis-à-vis de l'imperméabilisation des sols/la gestion des eaux pluviales par l'emprise importante des aires de chantier	<p><u>Phases études et chantier :</u></p> <p>Mesures techniques définies dans le cadre des études de conception post-DUP et dossiers réglementaires associés</p> <p>Consultation des gestionnaires des réseaux humides pour obtention des modalités de rejet puis l'autorisation de se rejeter dans les réseaux existants concernés</p> <p>Mise en place d'ouvrages temporaires de collecte des eaux pluviales au niveau des bases chantier conformément aux doctrines locales les plus contraignantes, notamment au droit du plateau de Saclay</p> <p>Mise en place d'ouvrages définitifs de collecte des eaux pluviales</p>	<p>Phases études, chantier et exploitation</p> <p>L'application de la réglementation « Loi sur l'Eau » limite fortement les impacts résiduels : pas de mesures compensatoires nécessaires</p>	Néant	<p><u>En phase chantier et exploitation :</u></p> <p>Contrôle et entretien des ouvrages d'assainissement afin de maintenir en permanence la capacité, l'intégrité, la fonctionnalité de l'assainissement</p>	<p><u>Phase étude :</u> Dossier Loi sur l'Eau Consultation des gestionnaires de réseaux humides</p> <p><u>Phase travaux :</u> Bassin de décantation provisoire : 20 à 35 €HT par m²</p> <p>Fossé provisoire de collecte : 2 à 3 €HT par ml</p> <p>Les autres mesures qui seront préconisées verront leurs coûts intégrés à la phase travaux</p>
	Phase exploitation : Impact modéré de l'imperméabilisation des sols et gestion des eaux pluviales par l'emprise modérée de l'infrastructure aérienne et de ses émergences	<p><u>Phase exploitation :</u></p> <p>Maintien, voire adaptation et suivi des mesures mises en œuvre dès la phase chantier</p>				<p>Réalisation intégrée au coût des travaux</p> <p>Coût d'exploitation lié au suivi et à la surveillance des mesures mises en œuvre en phase travaux</p>
Installations spécifiques de chantier liées au viaduc, y compris pistes d'accès SMR de Palaiseau	<p>Gestion du risque inondation : Impact modéré à l'échelle de la parcelle, essentiellement vis-à-vis du ruissellement et débordements au droit du plateau de Saclay</p>	<p><u>Phases études et chantier :</u></p> <p>Estimation des enveloppes de débordement et positionnement des aires de chantier en dehors de ces secteurs</p> <p>Limitation des stocks sur les secteurs sensibles</p> <p>Plan de retrait anticipé des matériels et matériaux sensibles dans les zones de débordement préalablement identifiées</p> <p><u>Phase exploitation :</u></p> <p>Réduction des emprises aériennes de l'infrastructure par mise en œuvre de dispositions constructives particulières (piles du viaduc d'emprises réduites, calepinage des piles adapté au réseau hydrographique, rampes de transition viaduc/tranchée en structure en U béton nécessitant moins de surface au sol qu'un remblai traditionnel)</p> <p>Le cas échéant protection des ouvertures de l'infrastructure vis-à-vis du risque d'inondation par ruissellement/débordement</p>	<p>Phases études, chantier et exploitation</p> <p>Impact résiduel si des remblais en zone de débordement sont inévitables.</p> <p>Impact résiduel maintenu à un niveau modéré en l'absence d'étude technique permettant de le préciser</p>	<p><u>Phases études, chantier et exploitation</u></p> <p>Mise en œuvre, le cas échéant, de mesures de compensation des remblais en zone inondables qui seront précisés dans le cadre des études techniques et réglementaires post-DUP</p>	<p><u>Phases chantier :</u></p> <p>Suivi de la pluviométrie et des niveaux des éléments du réseau hydrographique susceptibles de déborder et préalablement identifiés</p> <p><u>Phase exploitation :</u></p> <p>Surveillance de la fonctionnalité des éventuelles mesures compensatoires</p>	<p><u>Phase étude :</u> Coût spécifique lié à la définition précise du risque inondation par ruissellement et débordement</p> <p><u>Phase travaux :</u> Coût des mesures qui seraient rendues nécessaires (mesures de compensation)</p> <p><u>Phase exploitation :</u> Coût d'exploitation des mesures intégrées à la phase travaux</p>

Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coût
	Alimentation en eau potable : En dehors de tout périmètre de captage superficiel, et aucun rejet direct dans le réseau hydrographique superficiel	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Section aérienne de la Ligne 18 Ensemble des émergences des gares et ouvrages annexes Installations spécifiques de chantier liées au viaduc, y compris pistes d'accès	Drainage agricole en phase chantier : impact fort par défaut d'une connaissance exhaustive du réseau en phase chantier	<u>Phases études et chantier :</u> Relevé préalable du réseau et réalisation de reconnaissances préliminaires aux travaux	<u>Phase chantier :</u> Impact résiduel fort : risque de rupture accidentelle d'un drain non identifié	<u>Phase chantier :</u> Remplacement et/ou mise en place d'un réseau de drainage de substitution	<u>Phase chantier :</u> Suivi du réseau de drainage et mise à jour des plans associés	<u>Phase étude :</u> Coût des études d'investigations préalables sur réseau <u>Phase travaux :</u> Coût du remplacement ou de la substitution du réseau de drainage concerné
SMR de Palaiseau	Diminution de la luminosité nécessaire aux milieux aquatiques en phase exploitation : impact faible en première approche au vu de la largeur et de la hauteur du viaduc	<u>Phase exploitation :</u> Mesures techniques définies dans le cadre des études de conception post-DUP et dossiers réglementaires associés				<u>Phase exploitation :</u> Coût à définir dans les phases techniques et réglementaires ultérieures

Légende : Impact résiduel nul/négligeable | Impact résiduel faible | impact résiduel modéré | Impact résiduel fort | Impact résiduel positif

1.6. Pollution et qualité du milieu souterrain

Les impacts liés à la présence de terrains pollués peuvent se traduire sous deux aspects principaux :

- Un aspect financier lié à la prise en charge particulière de ces terres, amenées à être évacuées vers des filières de gestion spécifiques ou faire l'objet d'une dépollution engendrant un coût associé ;
- Un aspect sanitaire et environnemental, lié aux niveaux de pollution présents sur les sites concernés et aux cibles potentielles.

Dans le cadre du présent chapitre, seuls les impacts et mesures liés aux enjeux sanitaires et environnementaux seront traités dans la mesure où l'impact financier lié à la présence de sites et sols pollués est induit dans le coût global du projet.

1.6.1. Rappel des enjeux liés à la pollution et à la qualité des sols

Comme présenté dans la pièce G.1 Etat initial, la région Ile-de-France est une région où l'industrie a joué et joue encore un rôle important et est à ce titre concernée par la problématique de pollution des sols.

Une première évaluation du risque de pollution des terrains au niveau des ouvrages du projet, notamment les gares, a été effectuée, préalablement à la réalisation de diagnostics de pollution, par croisement entre le projet de ligne et les bases de données nationales existantes sur les sites industriels et sols pollués (BASIAS³, BASOL⁴) et sur les eaux souterraines (ADES⁵). Ce travail de recensement et de hiérarchisation des sites BASIAS et BASOL a été réalisé au stade de l'état initial (pièce G.1) et a permis d'aboutir à une représentation cartographique localisant les sites présents dans le fuseau d'étude de la Ligne 18, en indiquant leur niveau de risque de pollution (de négligeable à fort).

Au sein du fuseau d'étude de la Ligne 18, environ 250 sites BASIAS et 8 sites BASOL ont été recensés. Sept sites BASOL se situent sur la commune de Massy entre les gares Massy Opéra et Massy-Palaiseau et quatre d'entre eux font l'objet de restrictions d'usage sur l'utilisation des sols, du sous-sol et de la nappe. Le dernier site BASOL recensé est situé à proximité du CEA de Saclay. Les sites BASIAS se concentrent majoritairement au niveau de la section Antonypôle – Massy-Palaiseau et dans le secteur de la gare Versailles Chantiers. Ces territoires des pôles d'activité desservis par la Ligne 18 présentent de nombreuses activités industrielles potentiellement polluantes.

Les enjeux liés au risque de pollution dans le cadre du projet, essentiellement localisés au niveau des ouvrages de surface, sont à prendre en compte car :

- ce sont des ouvrages réalisés à partir de la surface du sol principalement ; leur construction nécessitera donc de gérer des terrains de surface qui concentrent l'essentiel des pollutions liés aux activités polluantes des activités humaines et qui sont susceptibles d'engendrer des risques sanitaires pour les futurs usagers et les travailleurs en phase chantier ;
- la bonne connaissance de la pollution des terres actuellement en place est nécessaire pour anticiper la gestion des déblais qui seront générés lors de la réalisation des ouvrages.

Dans la suite du chapitre, les critères du sous-sol aux abords des différents ouvrages constitutifs du projet et les risques de pollution sont évalués.

1.6.2. Méthodologie et stratégie de maîtrise des risques de pollution

La méthodologie française de gestion des sites et sols pollués repose actuellement sur la circulaire ministérielle du 8 février 2007 « sites et sols pollués – modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués », et notamment son annexe 2 « Comment identifier un site (potentiellement) pollué, Comment gérer un problème de site pollué ». Les prestations définies par cette circulaire sont codifiées dans la norme AFNOR NF-X31-620 de Juin 2011 relative aux prestations de services dans le domaine des sites et sols pollués. Ces prestations s'intègrent dans un processus progressif et itératif faisant appel successivement à des éléments d'information documentaires et à des éléments d'information de terrain.

Dans le respect de cette méthodologie, la Société du Grand Paris a initié, en fonction de l'avancement du projet, un travail de caractérisation de l'état de pollution du milieu souterrain (sols et eaux souterraines). Elle a missionné un bureau d'études spécialisé, le bureau d'étude IDDEA pour la réalisation des études et investigations relatives à cette caractérisation.

Le déroulement de la démarche engagée est schématisé ci-dessous. Chaque étape de la démarche est détaillée dans la suite de ce paragraphe.

³ BASIAS: Base de données d'Anciens Sites Industriels et Activités de Service

⁴ BASOL : Base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif

⁵ ADES : banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines

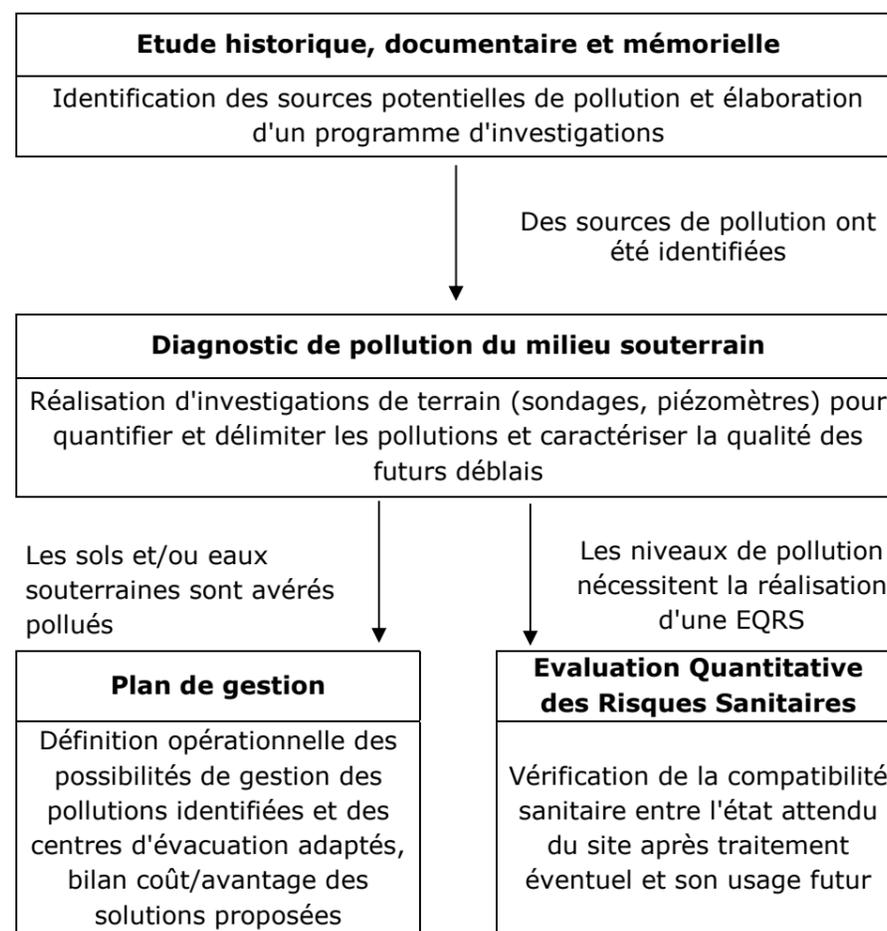


Schéma conceptuel de la démarche de caractérisation des sols pollués par la SGP

Les études de pollution sont lancées en priorité au droit des zones où les enjeux liés à la gestion des sols pollués sont les plus importants, à savoir au droit des ouvrages destinés à être construits à partir de la surface du sol. En effet, les pollutions du milieu souterrain étant essentiellement liées à des activités de surface, les premiers mètres de sols concentrent généralement l'essentiel des pollutions.

1.6.2.1 Etude historique, documentaire et mémorielle

Le recensement des sites BASIAS et BASOL dans le fuseau d'études permet d'identifier dans un premier temps les zones du fuseau d'étude les plus problématiques vis-vis du risque de pollution des sols.

Suite à cette première étape, la Société du Grand Paris prévoit de réaliser, conformément à la circulaire ministérielle du 8 février 2007 sur la gestion des sites et sols pollués, des études de pollution. L'**étude historique, documentaire et mémorielle** correspond à la première étape de ces études pour la bonne gestion des sites et sols pollués. Elle a pour objectif principal d'identifier les risques potentiels de pollution du site, à travers un recensement précis des activités pratiquées

et des produits utilisés sur le périmètre d'étude, et de localiser les sites à proximité directe ayant abrité une activité potentiellement polluante.

Elle est notamment menée à partir de la consultation des organismes suivants : IGN, préfecture, archives départementales, mairies, Agence Régionale de Santé (ARS), et des bases de données BASIAS, BASOL, BARPI (recensement des accidents industriels) et BSS. A ces consultations administratives s'ajoutent les visites de terrain et l'analyse des études géotechniques de G1 au cours desquelles quelques prélèvements ponctuels de sols et d'eaux souterraines ont parfois été réalisés.

Ces études, qui conditionnent la réalisation des étapes suivantes décrites ci-après seront réalisées au stade des études d'avant-projet, sur l'ensemble des zones destinées à accueillir des ouvrages émergents ou des travaux réalisés à ciel ouvert depuis la surface au droit de la zone de passage préférentiel de la Ligne 18.

A l'issue de l'étude historique et documentaire, un programme spécifique d'investigations de terrain est proposé en fonction des risques de pollution sur le site étudié identifiés afin de confirmer ces présomptions et le cas échéant, de caractériser quantitativement et qualitativement l'état de pollution du site. Chacun de ces programmes prend en compte les caractéristiques du projet (localisation, profondeur...).

1.6.2.2 Diagnostic de pollution du milieu souterrain

Le **diagnostic de pollution du milieu souterrain** vise à quantifier les teneurs en polluants dans les sols et les eaux souterraines, et délimiter le cas échéant l'étendue de cette pollution.

En fonction des conclusions de l'étude historique, documentaire et mémorielle réalisée au droit des différents sites d'aménagement et conformément aux programmes d'investigations établis en conséquence selon les accès au foncier, des investigations de terrain sur les sols et/ou les eaux souterraines sont réalisées au moyen **de sondages de sols et/ou de piézomètres** afin de caractériser, quantitativement et qualitativement, l'état de pollution des sols et des eaux souterraines.

Les sondages, en fonction de leur profondeur et de leur localisation, sont réalisés au moyen d'une tarière mécanique, d'un carottier portatif pour les zones peu accessibles ou d'atelier de sondages carottés pour les investigations profondes (plusieurs dizaines de mètres). Les piézomètres sont, eux, des forages de sols plus larges, équipés d'un tubage crépiné au niveau de la zone saturée afin de permettre le prélèvement des eaux souterraines.

A ces investigations s'ajouteront les prélèvements de sol effectués dans le cadre des sondages géotechniques dont les carottes sont conditionnées et stockées dans des carothèques mises à disposition par la Société du Grand Paris.



Sondage à la tarière mécanique



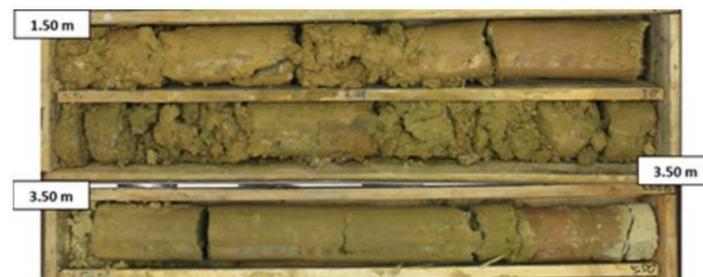
Sondage au carottier portatif



Piezomètre mis en place



Sondage carotté



Carotte de sol extraite

Ces échantillons de sols et d'eaux prélevés sur le terrain feront l'objet d'analyses en laboratoire. Les principaux paramètres physico-chimiques qui seront recherchés dans le but de déterminer le plus précisément possible l'état de pollution des terres et des eaux amenées à être évacuées où à rester en place sont décrits dans le tableau suivant :

Principaux paramètres physico-chimiques analysés

Approche considérée	Milieu sol	Milieu Eau
« Pollution »	8 métaux, HC C5-C10, C10-C40, HAP, COHV, CAV dont BTEX, PCB	HC C5-C10, HC C10-C40, HAP, CAV, COHV, 8 métaux
« Déblais » ou « rejet » pour les eaux	Pack ISDI (HCT, HAP, BTEX, PCB et métaux lixiviables), cyanures sur éluats, COHV, 8 métaux brut	12 métaux, Fer II, fer III, Phosphore, AOX, DBO5, Cyanures libres et totaux, Cr VI et Cr total, Fluorures, Indice Phénol, HC C10-C40, MES, COT, Azote total, NO3, NO2, Azote de Kjeldhal), DCO, BTEX, CAV, HAP, COHV, PCB, Sulfates, Chlorures et matières inhibitrices

8 métaux : arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc
 HC : Hydrocarbures C5-C10 ou C10-C40
 HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques
 COHV : Solvants chlorés
 CAV : Solvants aromatiques
 BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes,
 PCB : Polychlorobiphényles
 Pack ISDI : HCT, HAP, BTEX, PCB et 12 métaux lixiviables

AOX: halogènes organiques adsorbables
 DBO5: Demande biologique en oxygène
 Cr: Chrome
 MES: Matières en suspension
 COT : Carbone Organique Total
 NO³: Nitrates
 NO₂: Nitrites
 DCO: Demande chimique en oxygène

1.6.2.3 Plan de gestion

Pour les sites sur lesquels une pollution significative est mise en évidence à l'issue du diagnostic de pollution, un **plan de gestion** sera établi s dans le but d'assurer la maîtrise des sources de pollution et une gestion raisonnée des impacts potentiels environnementaux identifiés sur site. Ces plans de gestions permettront :

- Identifier, le cas échéant, les zones qui devront faire l'objet d'une dépollution ;
- Etablir un bilan coûts-avantages des différentes solutions de réhabilitation envisageables, en tenant compte des aspects techniques, socio-économiques et du calendrier de réalisation du chantier de la Ligne 18 ;
- Proposer des mesures de gestion adaptées, à la situation de chaque site en fonction des enjeux et des spécificités de l'usage, de l'aménagement et des niveaux de pollutions ;
- Evaluer le coût des éventuels travaux de dépollution/évacuation en filières spécialisées.

Ce plan de gestion constituera un outil d'aide à la décision permettant une gestion adaptée des sols pollués lors de la phase chantier et la définition des coûts associés.

Le plan de gestion s'attachera également à préciser les éventuelles servitudes ou contraintes d'usages pour les différentes options de gestion envisagées.

1.6.2.4 Analyse des risques résiduels (ARR)

Dans la mesure où les travaux d'aménagement ne permettront pas la suppression des sources de pollution, par exemple si la nappe est impactée à proximité d'une gare, une **analyse des risques résiduels (ARR)** sera réalisée afin de vérifier que les teneurs résiduelles après travaux d'aménagement sont compatibles avec les usages projetés sur le site.

Cette partie de l'étude repose sur l'utilisation de l'outil EQRS (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) dont les hypothèses de calculs seront établies sur la base des éléments constructifs définis par le maître d'œuvre.

L'analyse des risques résiduels pourra également proposer le cas échéant des mesures constructives et/ou des travaux complémentaires à mettre en œuvre pour rendre le milieu souterrain du site compatible avec son usage futur.

1.6.3. Typologie d'impact lié à la pollution du milieu souterrain

1.6.3.1 Risque sanitaire ou de dispersion de la pollution

Les deux impacts liés à la qualité des terrains à prendre en compte pour les travaux d'aménagement de l'infrastructure de la Ligne 18 sont : le risque sanitaire pour les travailleurs de l'infrastructure et les riverains et le risque de dispersion.

Pour qu'il y ait un risque sanitaire ou dispersion dans l'environnement, et donc un impact potentiel, il faut qu'existent simultanément :

- une **source de pollution** : dans le cadre du projet de la Ligne 18, les sources de pollutions peuvent être les sols ou les eaux souterraines présentant une pollution concentrée ;
- une **cible**, qui peut être représentée par :
 - o une *population*, exposée directement au contact de la pollution ou indirectement via un captage d'eau potable par exemple. Dans le cadre du projet de la Ligne 18, les principales cibles sont les travailleurs et riverains des bases chantier ainsi que les travailleurs et usagers du futur réseau de transport ;
 - o une *ressource naturelle* à protéger (nappe phréatique, réserve écologique,...). Ces ressources sont recensées dans les chapitres correspondants de l'étude (cf. « Eaux souterraines et risques associés »-chapitre 1.4 page 110 et « milieux naturels, faune, flore » - chapitre 2 page 168).
- Et un moyen de **transfert d'une pollution** entre la source et la cible. Celui-ci peut se faire :
 - o Concernant la pollution des eaux, par écoulement gravitaire, percolation des pluies, ruissellement de surface ou migration suivant l'écoulement des nappes souterraines ;
 - o A proximité du chantier, par dégazage dans l'air ou dispersion du vent.

Plusieurs voies d'exposition peuvent usuellement être rencontrées selon les modes de transfert et les cibles en présence. Dans le cadre du projet d'aménagement de la Ligne 18, les voies d'exposition potentielles identifiées, liées à la présence de travailleurs et de riverains en phase chantier et/ou exploitation sont :

- l'inhalation de composés volatils depuis le milieu souterrain (phase chantier et phase exploitation) ;
- l'inhalation/ingestion de poussières par envol contenant des polluants (phase chantier uniquement au moment du transport des déblais par envol de poussières ou chutes de terres polluées).

Enfin, il peut y avoir dispersion de la pollution si des terres polluées excavées ne sont pas évacuées vers des centres de stockage adaptés au niveau de pollution identifié.

1.6.3.2 Typologie des polluants suspectés

Les différentes classes de polluants susceptibles d'être rencontrées, sont :

- Les **solvants halogénés (COHV)**, qui, compte-tenu de leur forte densité et de leur forte solubilité, peuvent migrer en profondeur par écoulement gravitaire, y compris à travers la

nappe phréatique, et s'accumuler sur son plancher imperméable. Ils peuvent également migrer par écoulement de la nappe ou vers l'air ambiant par volatilisation lors des travaux.

Ces composés peuvent également être adsorbés sur les particules de sol et être dispersés par le vent via les poussières de sols.

- Les **hydrocarbures (BTEX, HCT, HAP, et composés organiques volatils)** : ces composés peuvent migrer en profondeur par écoulement gravitaire. Compte-tenu de leur faible densité et de leur faible solubilité, la migration de ces polluants sous forme de phase pure par écoulement gravitaire s'arrête au toit de la nappe souterraine. Ils peuvent toutefois migrer latéralement avec l'écoulement de la nappe.
Ces composés peuvent également être adsorbés sur les particules de sol et/ou être dispersés par le vent via les poussières de sols.
D'autres voies de transfert sont possibles en fonction de la pression de vapeur saturante de ces polluants. Ainsi, les composés les plus légers (BTEX et les HCT légers) étant volatils, ils sont susceptibles de migrer vers l'air ambiant par volatilisation lors des travaux.
- Les **métaux et métalloïdes** : peu mobiles dans les sols, ils seront donc principalement localisés dans les horizons de surface. Du fait de leur faible mobilité, les métaux et métalloïdes sont généralement adsorbés sur les particules de poussières du sol dont la seule voie de transfert pertinente reste la dispersion par le vent.
- Les **polychlorobiphényles (PCB)**, qui, compte-tenu de leur forte densité et de leur faible solubilité peuvent migrer en profondeur dans les sols par écoulement gravitaire. Compte-tenu de leur faible solubilité et de leur faible volatilité, ces composés sont généralement adsorbés sur les particules de poussières du sol dont la seule voie de transfert pertinente reste la dispersion par le vent.

Le tableau ci-après synthétise les voies de transfert et d'exposition des différentes familles de polluants, et les niveaux de sensibilité associés.

Synthèse des principales caractéristiques des polluants rencontrés et niveau de sensibilité associé

Classe de polluant	Voies de transfert potentielles	Voies d'exposition potentielles	Niveau de sensibilité
Solvants halogénés et aromatiques (COHV et BTEX)	Écoulement gravitaire Migration par écoulement de la nappe Dégazage dans l'air ambiant Dispersion de poussières par le vent	Inhalation des composés présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières	Fort
Hydrocarbures (HCT et HAP)	Écoulement gravitaire Migration par écoulement de la nappe Dégazage dans l'air ambiant Dispersion de poussières par le vent	Inhalation des composés présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières	Modéré
Métaux et métalloïdes	Percolation des pluies Migration par écoulement de la nappe Dispersion de poussières par le vent	Inhalation/ingestion de poussières	Faible
Polychlorobiphényles (PCB)	Percolation des pluies Migration par écoulement de la nappe Dispersion de poussières par le vent	Inhalation/ingestion de poussières	Faible

La sensibilité d'un site dépend toutefois également des teneurs de ces composés rencontrés dans le milieu souterrain.

1.6.3.3 Caractérisation du risque d'impact au niveau de la Ligne 18 lié à la présence de pollution

Sur la base des éléments décrits ci-dessus, le risque d'impact est caractérisé par analyse des trois critères suivants :

- La nature des cibles (travailleurs, résidents, établissements sensibles) si connue en considérant, selon les études menées par l'Institut de Veille Sanitaire (IVS), que la population passe plus de temps chez elle que sur son lieu de travail ;
- La nature et/ou la concentration des polluants suspectés, incluant la ou les voies d'exposition induites par ces polluants ;
- Le volume de déblais prévisionnel généré par les terrassements des ouvrages.

Chaque type d'ouvrage du projet de la Ligne 18 fait l'objet d'une fiche spécifique dans laquelle la sensibilité du site est identifiée à travers l'analyse:

- Des principales caractéristiques constructives du projet (cote Terrain Naturel, cote radier, volume de déblais prévisionnel, durée prévisionnelle des travaux, méthode constructive...) ;
- Des types de pollution, potentielle ou avérée, mise en évidence dans le cadre des études réalisées ;
- Des cibles potentielles définies au regard de l'environnement et de l'usage futur du site ;
- Des voies de transfert et d'exposition potentielles définies selon les classes de polluants si identifiés.

1.6.4. Impact et mesures liés à la construction et à l'exploitation du tunnel souterrain

À noter que les portions de tunnel réalisées en méthode traditionnelle ainsi que les puits d'entrée de tunnelier associés à la réalisation du tunnel sont traités dans les parties suivantes car disposant d'ouvrage émergent en phase chantier ou exploitation. Seule la section du tunnel creusée au tunnelier est traitée ci-dessous.

1.6.4.1 En phase chantier

Compte tenu de la profondeur du tunnel de la Ligne 18, les principaux risques de découverte de pollution sont principalement liés à une pollution de la nappe souterraine.

Par ailleurs, compte-tenu du mode de réalisation par tunnelier, le tunnel sera creusé hors d'eau, les déblais évacués via la progression du tapis convoyeur et les propriétés physico-chimiques du milieu souterrain seront modifiées par les travaux d'extraction en limitant ainsi l'exposition des travailleurs.

Les impacts du creusement du tunnel de la Ligne 18 relatifs au risque de pollution en phase chantier sont considérés comme négligeables.

1.6.4.2 En phase exploitation

En phase exploitation, les travailleurs ou usagers des tunnels sont isolés du milieu souterrain, en premier lieu par le tunnel lui-même via les voussoirs en béton qui le constituent, et dans un second temps à l'intérieur des trains (excepté dans le cas des travailleurs amenés à circuler directement à l'intérieur du tunnel). Les durées d'exposition des travailleurs ou des usagers sur les différentes portions du tunnel seront par ailleurs très limitées.

Les impacts relatifs au risque de pollution en phase d'exploitation de la partie souterraine creusée au tunnelier sont considérés comme négligeables.

La fiche de synthèse présentée ci-après synthétise les paramètres permettant d'aboutir à ces conclusions.

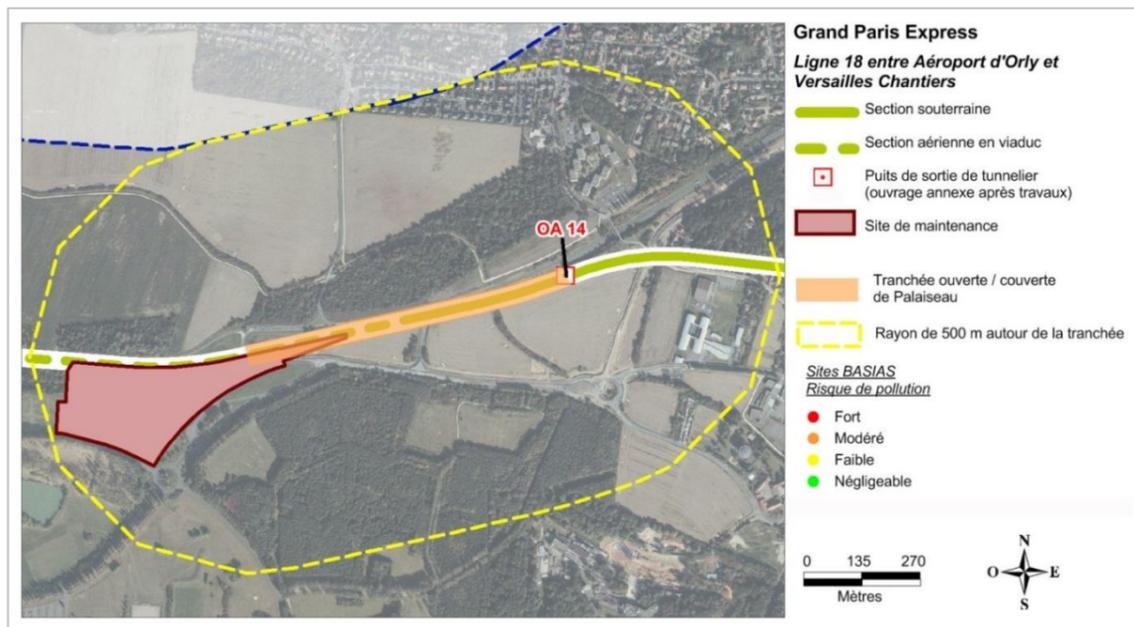
Risque global pollution - Tunnel souterrain		
Données constructives		
Méthode de construction	Tunnelier	
Profondeur moyenne du tunnel	28 m	
Risque de pollution potentielle pour ce type d'ouvrage		
Sols	Pollution potentiellement contenue dans les eaux de la nappe	
Eaux souterraines	Pollution suspectée (voire avérée à Massy Palaiseau) : COHV, BTEX, HCT	
Cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier lors du creusement du tunnel	Aucune (très faible durée de présence des travailleurs et usagers)
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l'air de polluants volatils (faible probabilité) Envol de poussières comprenant des polluants	Dégazage potentiel dans l'air de polluants volatils lié au milieu souterrain encore en place
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	(pas de cibles)
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d'impact négligeable lié à la méthode de réalisation par tunnelier	Pas de risque d'impact - absence de cibles
Hors site	Risque d'impact négligeable lié à la méthode de réalisation par tunnelier	Pas de risque d'impact - absence de cibles

1.6.5. Impact et mesures liés à la construction et à l'exploitation des zones des tranchées couvertes et ouvertes

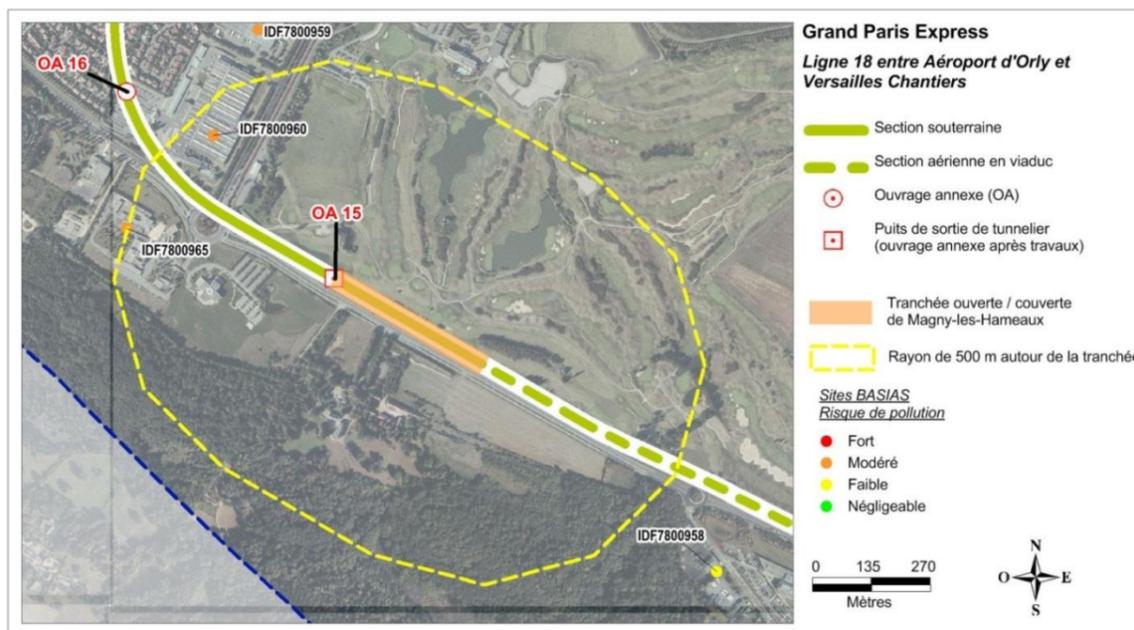
1.6.5.1 En phase chantier

La transition aérien/souterrain du tracé nécessite la réalisation de tranchées couvertes et ouvertes. Ces tranchées doivent être réalisées en méthode traditionnelle qui engendre des expositions des travailleurs plus importantes que la méthode du tunnelier confiné.

Qualité du milieu souterrain aux abords de la tranchée couverte/ouverte à Palaiseau



Qualité du milieu souterrain aux abords de la tranchée couverte/ouverte à Magny-les-Hameaux



Toutefois, compte-tenu de la localisation de ces tranchées dans des zones faiblement industrialisées et présentant une faible densité de site BASIAS, **les impacts du creusement des tranchées couvertes et ouvertes de la Ligne 18 relatifs au risque de pollution en phase chantier sont considérés comme négligeables.**

1.6.5.2 En phase exploitation

Comme à l'intérieur du tunnel, en phase exploitation, les travailleurs ou usagers des tunnels sont isolés du milieu souterrain, par les infrastructures de la mise en place et par le train lui-même. De plus, ces zones du tracé seront partiellement à l'air libre au niveau de la rampe de transition en phase exploitation réduisant les risques d'exposition des usagers et travailleurs. Les durées d'exposition des travailleurs ou des usagers sur ces portions seront par ailleurs très limitées.

Les impacts relatifs au risque de pollution en phase d'exploitation au droit des tranchées couvertes et ouvertes sont considérés comme négligeables.

Risque global pollution – transition aérien/souterrain		
Données constructives		
Méthode de construction	Méthode traditionnelle	
Profondeur moyenne tranchée couverte-ouverte	11 m	
Risque de pollution potentielle pour ce type d'ouvrage		
Sols	Risque négligeable de présence de HCT, HAP, métaux et métalloïdes	
Eaux souterraines	Risque négligeable de présence de polluants	
Cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier lors du creusement des tranchées et riverains de la zone de travaux (situés à plus de 100 m de celle-ci)	Aucune (très faible durée de présence des travailleurs et usagers)
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l'air de polluants volatils (faible probabilité) Envol de poussières comprenant des polluants	Dégazage potentiel dans l'air de polluants volatils lié au milieu souterrain encore en place
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	(pas de cibles)
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d'impact négligeable lié à la localisation de l'ouvrage	Pas de risque d'impact - absence de cibles
Hors site	Risque d'impact négligeable lié à la localisation de l'ouvrage	Pas de risque d'impact - absence de cibles

1.6.6. Impact et mesures liés à la construction et à l'exploitation du viaduc et des piles

1.6.6.1 En phase chantier

Compte-tenu de l'emprise restreinte au sol concernée par ce type d'ouvrage, les volumes excavés et par conséquent, les volumes de terres potentiellement pollués mobilisés sont limités. De plus, certaines fondations sont implantées au sein de terres agricoles exploitées pour l'alimentation. Le risque de pollution aux hydrocarbures et autres métaux est donc faible.

Les risques liés à la pollution du milieu souterrain lors de la construction des piles de la Ligne 18 sont donc considérés comme négligeables.

1.6.6.2 En phase exploitation

En phase exploitation, les travailleurs ou usagers des tunnels sont isolés du milieu souterrain, par plusieurs mètres de hauteur selon la hauteur du tablier du viaduc (entre 7 et 11 m) et par le train lui-même (sauf dans les gares aériennes). Les durées d'exposition des travailleurs ou des usagers sur ces portions seront par ailleurs très limitées.

Les impacts relatifs au risque de pollution en phase d'exploitation au droit du viaduc sont donc considérés comme négligeables

Risque global pollution – partie aérienne viaduc		
Données constructives		
Altitude du viaduc par rapport au sol	7 à 11 m	
Superficie moyenne des piles	50 m ² environ	
Risque de pollution potentielle pour ce type d'ouvrage		
Sols	Risque négligeable de présence de polluants compte-tenu de l'absence de remblais sur cette partie du tracé	
Eaux souterraines	Risque négligeable de présence de polluants	
Cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier lors du creusement des fondations	Aucune (très faible durée de présence des travailleurs et usagers)
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l'air de polluants volatils (faible probabilité) Envol de poussières comprenant des polluants	Dégazage potentiel dans l'air de polluants volatils lié au milieu souterrain encore en place
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	(pas de cibles)
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d'impact négligeable lié à la localisation de l'ouvrage en aérien	Pas de risque d'impact - absence de cibles
Hors site	Risque d'impact négligeable lié à la localisation de l'ouvrage	Pas de risque d'impact - absence de cibles

1.6.7. Impact et mesures liés à la construction et à l'exploitation des ouvrages annexes et puits tunnelier

1.6.7.1 En phase chantier

Compte-tenu de l'emprise restreinte concernée par ce type d'ouvrage (quelques centaines de mètres-carrés), les volumes excavés et par conséquent, les volumes de terres potentiellement pollués mobilisés lors de la réalisation des ouvrages annexes sont limités. Les pollutions sont essentiellement concentrées dans les premiers mètres du sol ou dans les horizons comprenant des eaux souterraines potentiellement polluées.

La réalisation des puits d'entrée des tunneliers présente des spécificités liées aux activités associées au fonctionnement du tunnelier (évacuation des déblais issus du creusement du tunnel, amenée des voussoirs, ...). Ces spécificités intègrent notamment un volume de déblais plus important que celui issu de la réalisation des ouvrages annexes *sensu stricto* et une durée de chantier généralement plus élevée, qui peuvent induire des risques liés à la pollution du milieu souterrain plus importants. Les volumes de puits de sortie de tunnelier sont également plus importants.

Un seul ouvrage annexe peut présenter des impacts plus importants, il s'agit de l'OA 8 qui est également utilisé comme puits d'entrée de tunnelier. Dans la mesure où les puits d'entrée sont associés uniquement à la phase chantier, seuls les impacts liés à la phase chantier sont développés.

Le puits d'entrée situé en gare Satory est traité dans le cadre de l'analyse ci-après des impacts liés à la réalisation et à l'exploitation de la présente gare.

Les risques liés à la pollution du milieu souterrain lors de la construction des ouvrages annexes de la Ligne 18 sont considérés comme faibles.

1.6.7.2 En phase exploitation

En phase exploitation, excepté dans le cadre d'opérations ponctuelles de maintenance ou d'événements exceptionnels lors d'incidents, les ouvrages n'accueilleront pas de public. Ainsi il est considéré qu'aucune cible sensible liée à la présence éventuelle de pollution n'existe en phase exploitation au niveau des ouvrages annexes.

Par ailleurs, la majorité des ouvrages annexes étant réalisée en parois moulées, l'exposition des travailleurs à d'éventuelles pollutions présentes dans les eaux souterraines sera limitée.

Les risques liés à la pollution du milieu souterrain au droit des ouvrages annexes lors de l'exploitation de la Ligne 18 sont considérés comme négligeables.

Risque global pollution – puits d’entrée tunnelier ou ouvrage annexe après travaux		
Données constructives		
Méthode de construction	Paroi moulée pour l’ouvrage en puits Paroi blindée (type berlinoise) pour les locaux semi-enterrés (usine de ventilation, locaux techniques, galerie d’accès...)	
Superficie moyenne des ouvrages	600 m ² (hypothèse conservatoire selon le choix des formes employées)	
Risque de pollution potentielle pour ce type d’ouvrage		
Sols	Pollution potentielle : COHV, BTEX, HCT, HAP, métaux, PCB (essentiellement dans les remblais)	
Eaux souterraines	Pollution potentielle et avérée : COHV, BTEX et HCT dans les secteurs de Massy-Palaiseau et Versailles Chantiers essentiellement	
Cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier, riverains du chantier (adultes et enfants)	(pas de cibles)
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l’air de polluants volatils (faible probabilité) Envol de poussières comprenant des polluants	-
Voies d’exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	-
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d’impact faible lors de la mise à nu des terrains et l’excavation des terres lié à l’inhalation/ingestion de polluants potentiels	Pas de risque d’impact - absence de cibles
Hors site	Risque d’impact faible lors de la mise à nu des terrains et l’excavation des terres lié à l’inhalation/ingestion de polluants potentiels	Pas de risque d’impact - absence de cibles
Mesures retenues	Mesures générales retenues pour la gestion des milieux pollués en phase chantier Mesures spécifiques éventuelles définies à l’issue des plans de gestion	

1.6.8. Impact et mesures liés à la construction et à l’exploitation des gares et du site de maintenance

Les sites d’aménagement des gares et du site de maintenance font l’objet d’une analyse plus détaillée dans le programme de maîtrise du risque pollution de la Société du Grand Paris compte-tenu des superficies concernées et de la présence permanente de travailleurs et d’usagers dans ces ouvrages en phase exploitation.

Dans le cadre de l’analyse de la sensibilité des sites d’aménagement des gares et du site de maintenance, chaque ouvrage fait l’objet d’une fiche spécifique dans laquelle la sensibilité du site est identifiée à travers l’analyse:

- Des principales caractéristiques constructives du projet (cote TN, cote radier, volume de déblais prévisionnel, durée prévisionnelle des travaux) ;
- Des types de pollution, potentielle ou avérée, mis en évidence dans le cadre des études réalisées,
- Des cibles potentielles définies au regard de l’environnement et de l’usage futur du site ;
- Des voies de transfert et d’exposition potentielles définies selon les classes de polluants identifiés.

1.6.8.1 En phase chantier

La réalisation des gares nécessite une superficie et une durée de travaux plus importante. De plus, les gares sont plus généralement localisées dans des zones habitées ou présentant des activités ce qui implique une exposition aux polluants potentiellement présents dans les sols plus importante pour les riverains du chantier et une exposition plus longue des travailleurs.

Par ailleurs, la majorité des gares souterraines étant réalisés en parois moulées, l’exposition des travailleurs à d’éventuelles pollutions présentes dans les eaux souterraines sera limitée.

Les risques liés à la pollution du milieu souterrain au droit des gares sont donc fonction de leur localisation et sont donc détaillés ci-après.

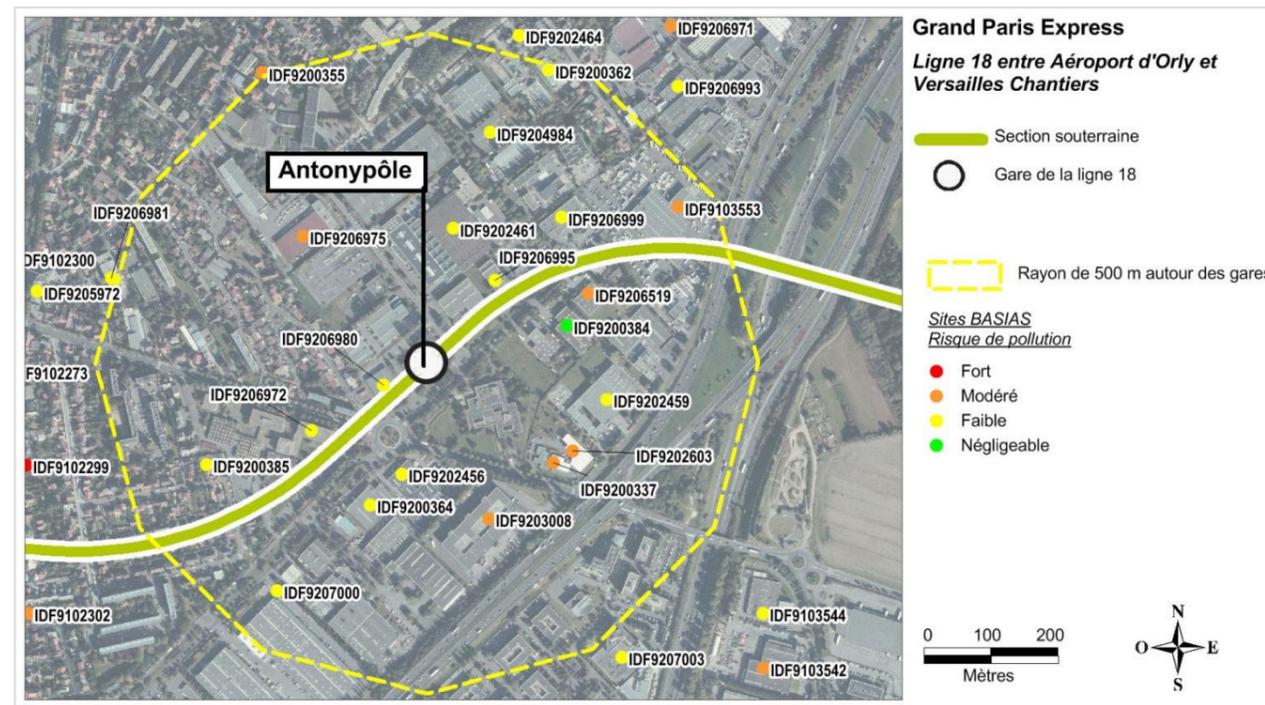
1.6.8.2 En phase exploitation

En phase exploitation, les gares et les sites de maintenance sont les seuls ouvrages du projet concernés par une occupation permanente par les travailleurs et temporaires par les usagers. Toutefois, les gares aériennes sont localisées dans des zones ne présentant que peu de risques de pollution du milieu souterrain, de plus, de par leur configuration, les travailleurs comme les usagers seront isolés des potentielles pollutions du milieu souterrain par le viaduc.

Dans le cadre de l’analyse de la sensibilité des sites d’aménagement des six gares souterraines et du site de maintenance nécessitant des terrassements, une fiche par site est détaillée.

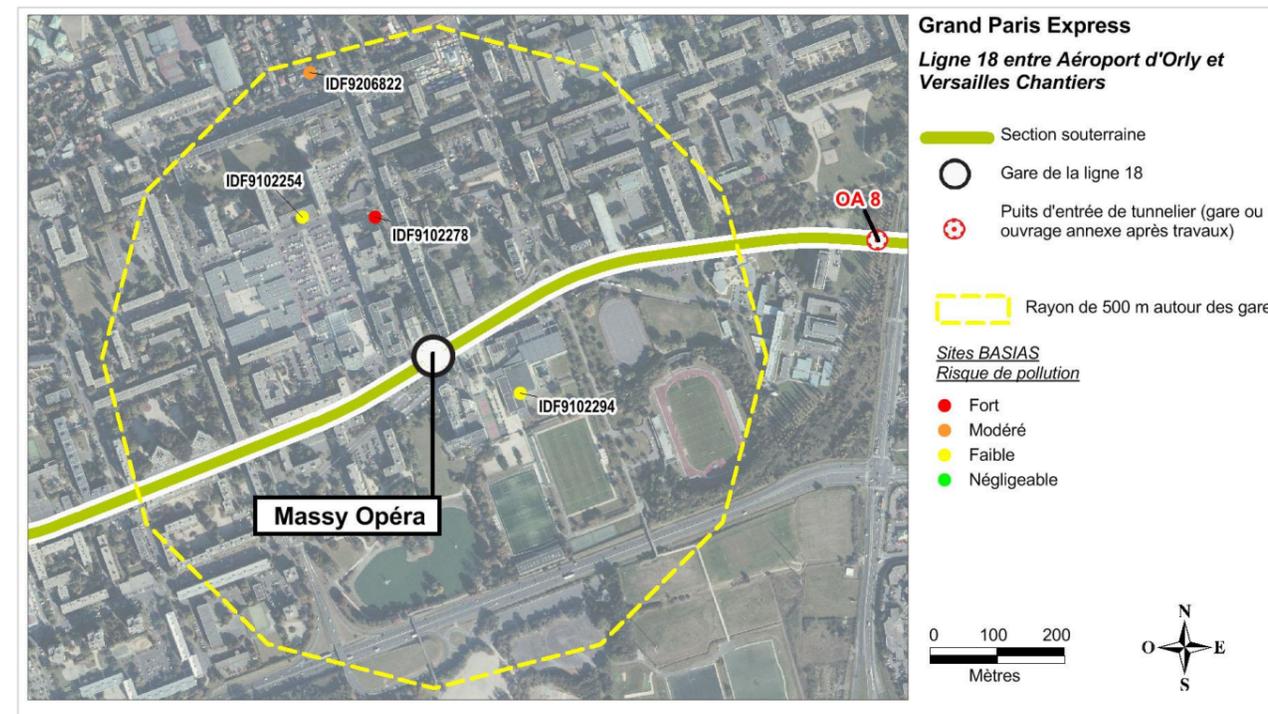
Gare Antonypôle

Données constructives		
Cote TN	84 m NGF	
Cote du radier	56 m NGF	
Volume de déblais estimé	47 000 m ³	
Profondeur de la nappe		
Risque de pollution potentielle / avérée		
Sols	Risque important de présence de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes liée aux remblais, à l'impact potentiel en nappe, aux sites BASIAS	
Eaux souterraines	Présence potentielle de HCT, HAP, BTEX, COHV liée aux sites BASIAS avec réservoirs enterrés	
Contexte du site et cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Occupation du sol	Mixte : logements et activités	
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier Riverains du chantier (adultes et enfants)	Travailleurs et usagers de la gare
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l'air de polluants volatils Envol de poussières comprenant éventuellement des polluants adsorbés Migration des éventuels composés lixiviables vers les eaux souterraines	Dégazage dans l'air de polluants volatils du milieu souterrain encore en place
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain encore en place
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d'impact fort pour les travailleurs lié à l'inhalation de potentiels polluants lors de la mise à nu du terrain	Risque d'impact faible lié au dégazage de polluants volatils potentiels encore en place
Hors site	Risque d'impact modéré pour les riverains lié à l'inhalation de potentiels polluants lors de la mise à nu du terrain	Pas d'impact
Mesures retenues	Mesures générales retenues pour la gestion des milieux pollués en phase chantier Mesures spécifiques éventuelles définies à l'issue des plans de gestion	



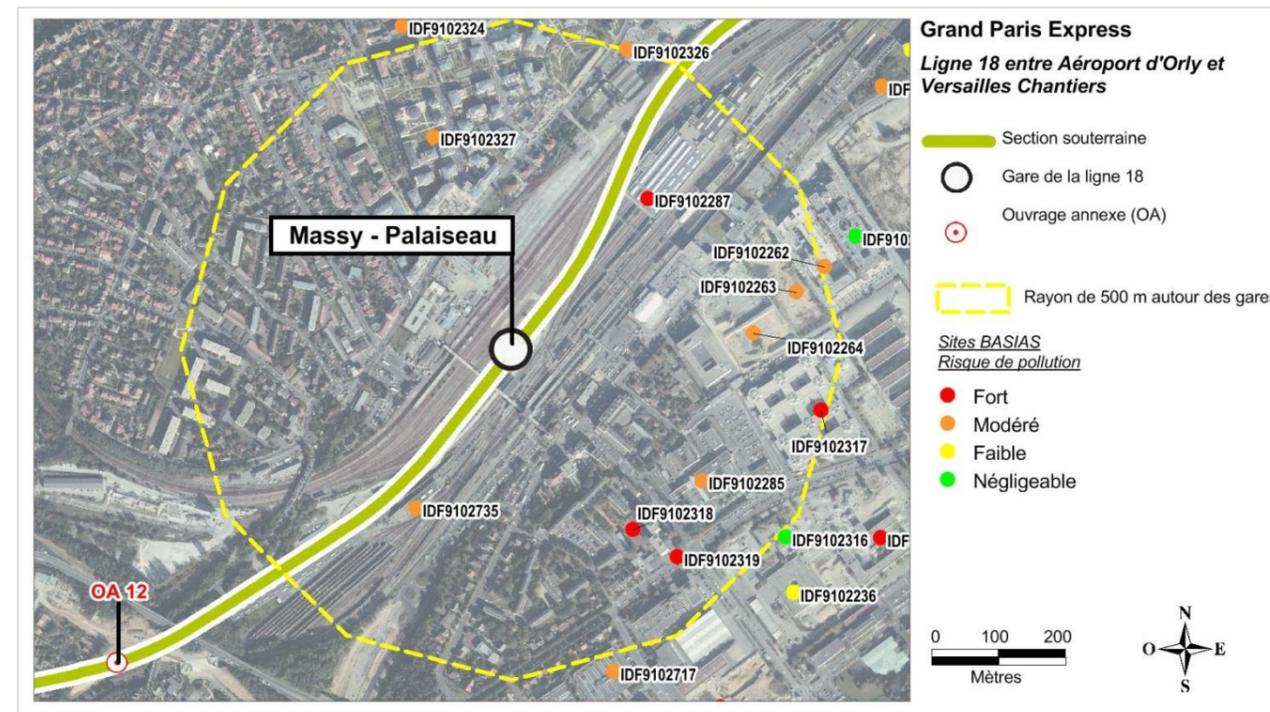
Qualité du milieu souterrain aux abords de la gare Antonypôle

Gare Massy Opéra		
Données constructives		
Cote TN	87 mNGF	
Cote du radier	59,5 mNGF	
Volume de déblais estimé	45 000 m ³	
Profondeur de la nappe		
Risque de pollution potentielle / avérée		
Sols	Risque important de présence de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes liée aux remblais, à l'impact potentiel en nappe, aux sites BASIAS	
Eaux souterraines	Présence potentielle de HCT, HAP, BTEX, COHV liée aux sites BASIAS avec réservoirs potentiellement enterrés	
Contexte du site et cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Occupation du sol	Mixte : logements et activités	
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier Riverains du chantier (adultes et enfants)	Travailleurs et usagers de la gare
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l'air de polluants volatils Envol de poussières comprenant éventuellement des polluants adsorbés Migration des éventuels composés lixiviables vers les eaux souterraines	Dégazage dans l'air de polluants volatils du milieu souterrain encore en place
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain encore en place
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d'impact fort pour les travailleurs lié à l'inhalation de potentiels polluants lors de la mise à nu du terrain	Risque d'impact faible lié au dégazage de polluants volatils potentiels encore en place
Hors site	Risque d'impact modéré pour les riverains lié à l'inhalation de potentiels polluants lors de la mise à nu du terrain	Pas d'impact
Mesures retenues	Mesures générales retenues pour la gestion des milieux pollués en phase chantier Mesures spécifiques éventuelles définies à l'issue des plans de gestion	



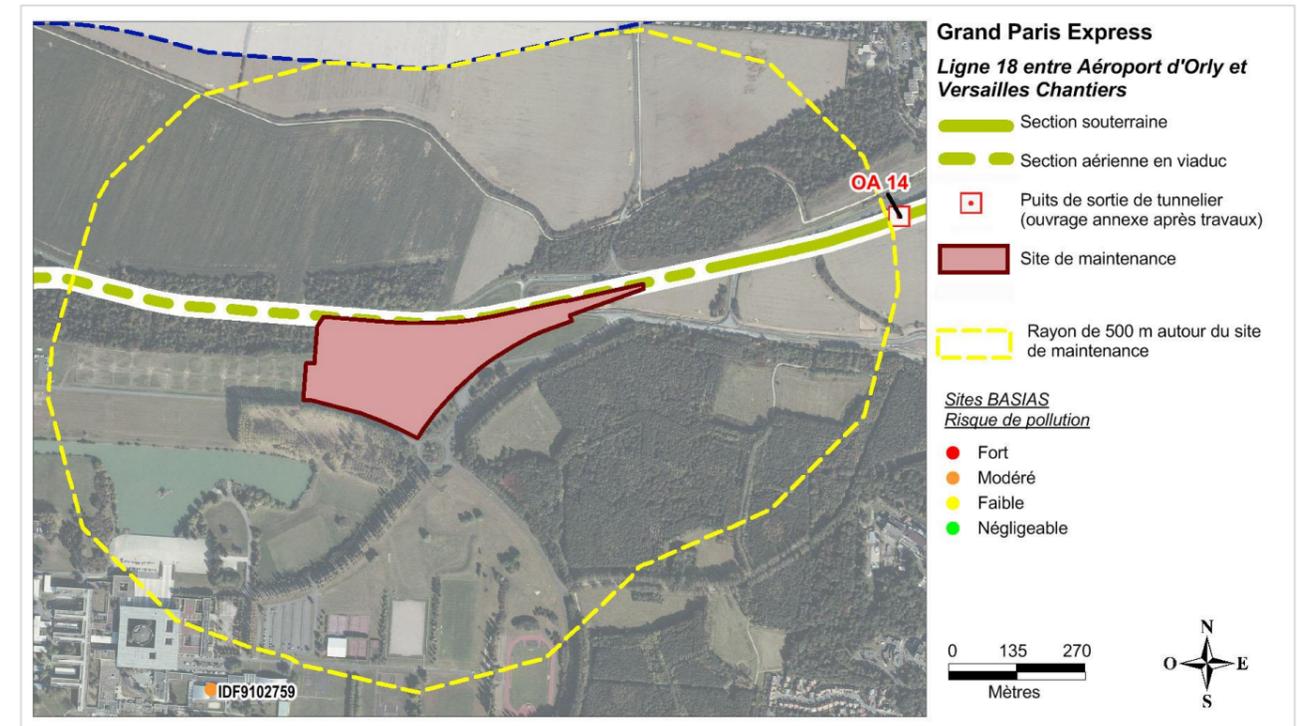
Qualité du milieu souterrain aux abords de la gare Massy Opéra

Gare Massy Palaiseau		
Données constructives		
Cote TN	84 mNGF	
Cote du radier	59 mNGF	
Volume de déblais estimé	51 000 m ³	
Profondeur de la nappe		
Risque de pollution potentielle / avérée		
Sols	Risque important de présence de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes liée aux remblais, à l'impact potentiel en nappe, aux sites BASIAS	
Eaux souterraines	Présence potentielle de HCT, HAP, BTEX, COHV liée à la nappe polluée à proximité	
Contexte du site et cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Occupation du sol	Mixte : logements et activités, école, gare	
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier Riverains du chantier (adultes et enfants)	Travailleurs et usagers de la gare
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l'air de polluants volatils Envol de poussières comprenant éventuellement des polluants adsorbés Migration des éventuels composés lixiviables vers les eaux souterraines	Dégazage dans l'air de polluants volatils du milieu souterrain encore en place
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain encore en place
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d'impact fort pour les travailleurs lié à l'inhalation de potentiels polluants lors de la mise à nu du terrain	Risque d'impact faible lié au dégazage de polluants volatils potentiels encore en place
Hors site	Risque d'impact modéré pour les riverains lié à l'inhalation de potentiels polluants lors de la mise à nu du terrain	Pas d'impact
Mesures retenues	Mesures générales retenues pour la gestion des milieux pollués en phase chantier Mesures spécifiques éventuelles définies à l'issue des plans de gestion	



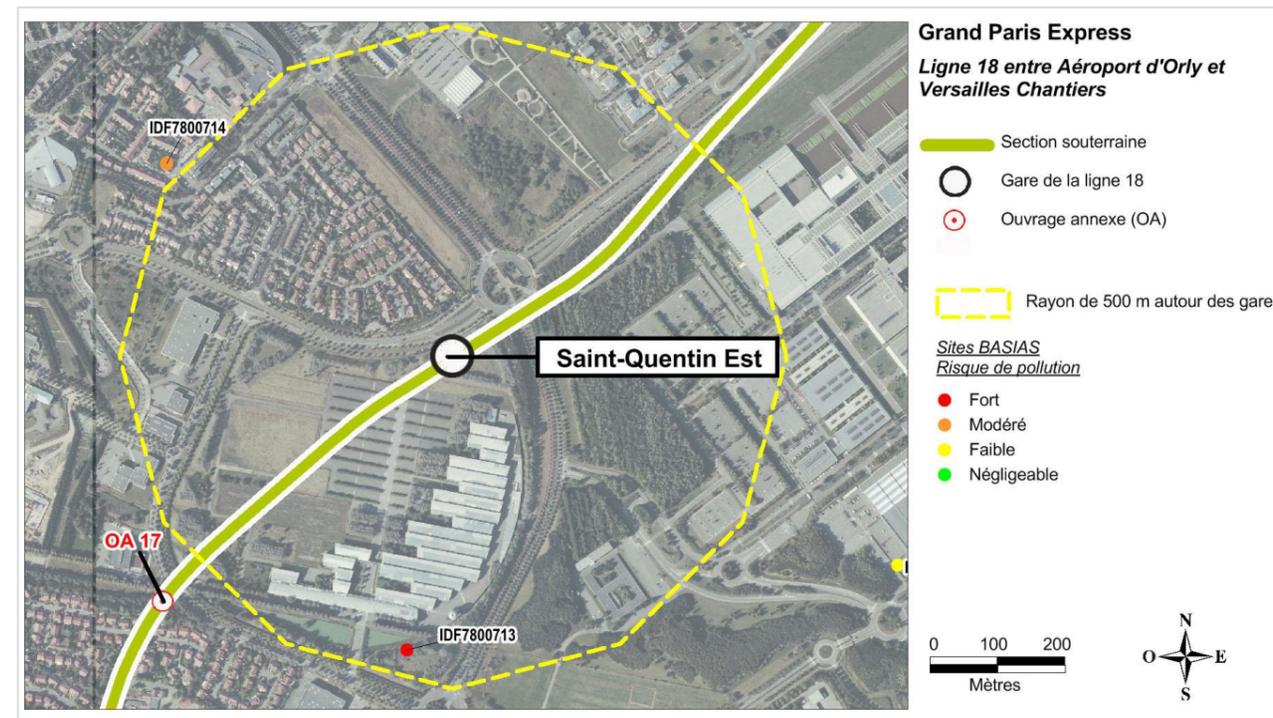
Qualité du milieu souterrains abords de la gare Massy-Palaiseau

Site de maintenance de Palaiseau		
Données constructives		
Cote TN	142/145 mNGF	
Cote du radier	140 mNGF	
Volume de déblais estimé	48 000 m ³ (avec son raccordement)	
Profondeur de la nappe		
Risque de pollution potentielle / avérée		
Sols	Risque négligeable de présence de HCT, HAP, métaux et métalloïdes	
Eaux souterraines	Risque négligeable de présence de polluants	
Contexte du site et cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Occupation du sol	Mixte : agricole et activités	
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier Riverains du chantier (adultes)	Travailleurs et usagers de la gare
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l'air de polluants volatils (faible probabilité) Envol de poussières comprenant éventuellement des polluants adsorbés Migration des éventuels composés lixiviables vers les eaux souterraines	Dégazage dans l'air de polluants volatils du milieu souterrain encore en place (faible probabilité)
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain encore en place
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d'impact faible pour les travailleurs lié à l'inhalation de potentiels polluants ou de poussières lors de la mise à nu du terrain	Risque d'impact faible lié au dégazage de polluants volatils potentiels encore en place
Hors site	Risque d'impact négligeable pour les travailleurs lié à l'inhalation de potentiels polluants ou de poussières lors de la mise à nu du terrain	Pas d'impact
Mesures retenues	Mesures générales retenues pour la gestion des milieux pollués en phase chantier Mesures spécifiques éventuelles définies à l'issue des plans de gestion	



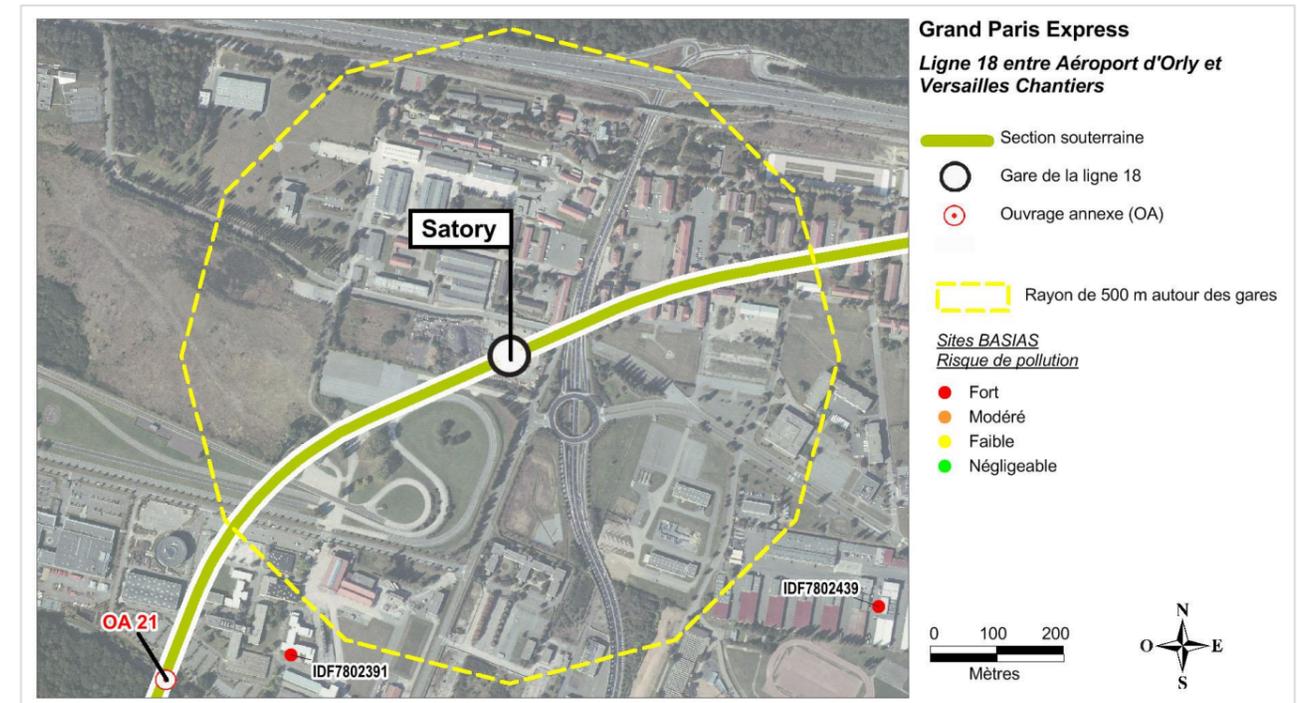
Qualité du milieu souterrain aux abords du site de maintenance de Palaiseau

Gare Saint-Quentin Est		
Données constructives		
Cote TN	166 mNGF	
Cote du radier	138 mNGF	
Volume de déblais estimé	47 000 m ³	
Profondeur de la nappe		
Risque de pollution potentielle / avérée		
Sols	Risque négligeable de présence de HCT, HAP, BTEX et COHV, métaux et métalloïdes	
Eaux souterraines	Risque négligeable de présence de polluants compte-tenu de la position hydrogéologique du site BASIAS : latéral hydrogéologique	
Contexte du site et cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Occupation du sol	Mixte : logements pavillonnaires et activités	
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier Riverains du chantier (adultes et enfants)	Travailleurs et usagers de la gare
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l'air de polluants volatils (faible probabilité) Envol de poussières comprenant éventuellement des polluants adsorbés Migration des éventuels composés lixiviables vers les eaux souterraines	Dégazage dans l'air de polluants volatils du milieu souterrain encore en place (faible probabilité)
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain encore en place
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d'impact modéré pour les travailleurs lié à l'inhalation de potentiels polluants ou de poussières lors de la mise à nu du terrain	Risque d'impact faible lié au dégazage de polluants volatils potentiels encore en place
Hors site	Risque d'impact faible pour les riverains lié à l'inhalation de potentiels polluants ou de poussières lors de la mise à nu du terrain	Pas d'impact
Mesures retenues	Mesures générales retenues pour la gestion des milieux pollués en phase chantier Mesures spécifiques éventuelles définies à l'issue des plans de gestion	



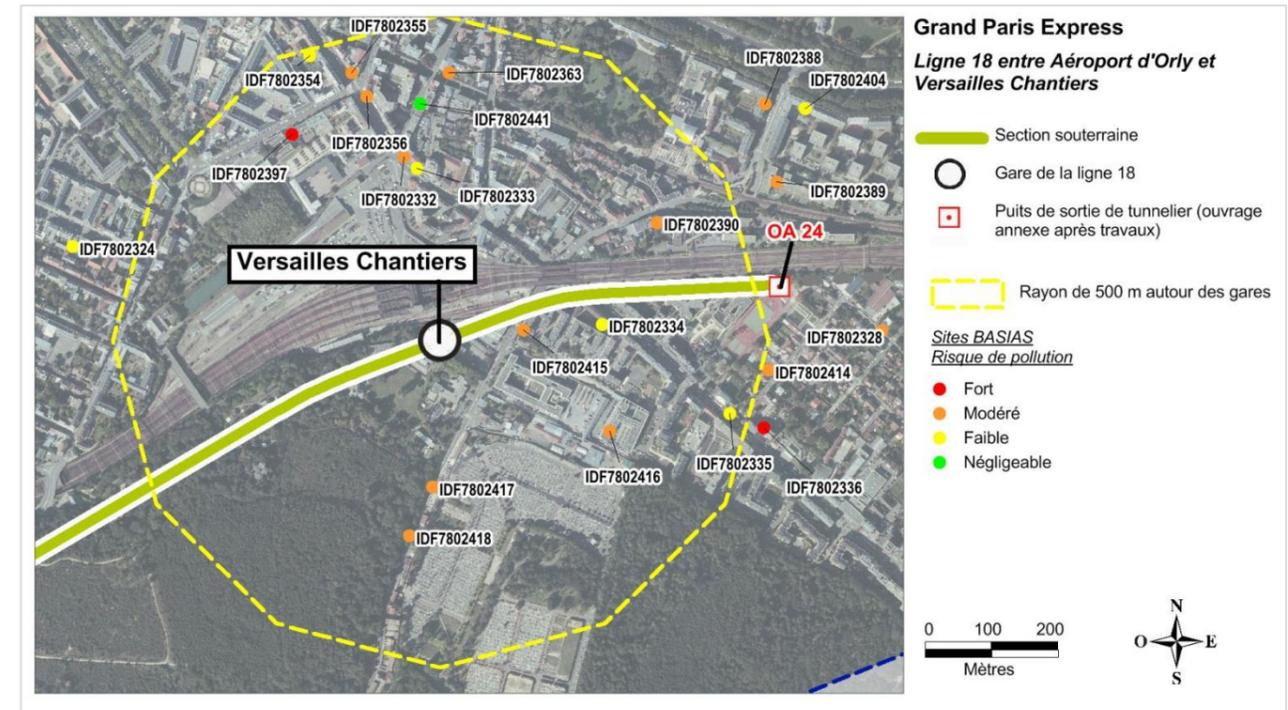
Qualité du milieu souterrain aux abords de la gare Saint-Quentin Est

Gare Satory		
Données constructives		
Cote TN	172 mNGF	
Cote du radier	144 mNGF	
Volume de déblais estimé	38 000 m ³	
Profondeur de la nappe		
Risque de pollution potentielle / avérée		
Sols	Risque négligeable de présence de HCT, HAP, BTEX et COHV, métaux et métalloïdes	
Eaux souterraines	Risque négligeable de présence de polluants	
Contexte du site et cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Occupation du sol	Mixte : logements collectifs et activités, caserne	
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier Riverains du chantier (adultes et enfants)	Travailleurs et usagers de la gare
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l'air de polluants volatils (faible probabilité) Envol de poussières comprenant éventuellement des polluants adsorbés Migration des éventuels composés lixiviables vers les eaux souterraines	Dégazage dans l'air de polluants volatils du milieu souterrain encore en place (faible probabilité)
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain encore en place
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d'impact modéré pour les travailleurs lié à l'inhalation de potentiels polluants ou de poussières lors de la mise à nu du terrain	Risque d'impact faible lié au dégazage de polluants volatils potentiels encore en place
Hors site	Risque d'impact faible pour les riverains lié à l'inhalation de potentiels polluants ou de poussières lors de la mise à nu du terrain	Pas d'impact
Mesures retenues	Mesures générales retenues pour la gestion des milieux pollués en phase chantier Mesures spécifiques éventuelles définies à l'issue des plans de gestion	



Qualité du milieu souterrain aux abords de la gare Satory

Gare Versailles Chantiers		
Données constructives		
Cote TN	135 mNGF	
Cote du radier	101 mNGF	
Volume de déblais estimé	56 000 m ³	
Profondeur de la nappe		
Risque de pollution potentielle / avérée		
Sols	Risque important de présence de HCT, HAP, BTEX et COHV, métaux et métalloïdes lié aux sites BASIAS	
Eaux souterraines	Présence potentielle de HCT, HAP, BTEX, COHV liée notamment aux sites BASIAS avec réservoirs enterrés	
Contexte du site et cibles potentielles		
	Phase chantier	Phase exploitation
Occupation du sol	Mixte : logements collectifs et activités	
Cibles potentielles	Travailleurs du chantier Riverains du chantier (adultes et enfants)	Travailleurs et usagers de la gare
Notion de transfert de pollution		
	Phase chantier	Phase exploitation
Voies de transfert potentielles	Dégazage dans l'air de polluants volatils Envol de poussières comprenant éventuellement des polluants adsorbés Migration des éventuels composés lixiviables vers les eaux souterraines	Dégazage dans l'air de polluants volatils du milieu souterrain encore en place
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain Inhalation/ingestion de poussières contaminées	Inhalation de polluants volatils présents dans le milieu souterrain encore en place
Impacts et mesures liés à la pollution du milieu souterrain		
	Phase chantier	Phase exploitation
Sur site	Risque d'impact fort pour les travailleurs lié à l'inhalation de potentiels polluants lors de la mise à nu du terrain	Risque d'impact faible lié au dégazage de polluants volatils potentiels encore en place
Hors site	Risque d'impact modéré pour les riverains lié à l'inhalation de potentiels polluants lors de la mise à nu du terrain	Pas d'impact
Mesures retenues	Mesures générales retenues pour la gestion des milieux pollués en phase chantier Mesures spécifiques éventuelles définies à l'issue des plans de gestion	



Qualité du milieu souterrain aux abords de la gare Versailles Chantiers

1.6.9. Mesures générales retenues pour la gestion des milieux pollués en phase chantier

Les mesures détaillées ci-après concernent les terres excavées lors de la phase travaux pour les ouvrages de la ligne 18 ainsi que les terrains amenés à rester en place.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Les modes d'exécution d'un certain nombre d'ouvrages permettront d'éviter l'exposition des travailleurs et riverains aux éventuels polluants présents dans le milieu souterrain :

- le creusement du tunnel au tunnelier permet d'éviter la mobilisation des terrains les plus sensibles aux pollutions (terrains superficiels) lors de la réalisation des travaux. L'évacuation des déblais issus du creusement du tunnel par un tapis convoyeur permet également de limiter l'exposition des travailleurs aux sources potentielles de pollution ;
- la mise en place de parois moulées (cf. paragraphe 2.1.3) empêche l'écoulement des eaux souterraines dans l'ouvrage, éliminant ainsi les transferts de polluants par écoulement des eaux souterraines ;
- la réalisation, en souterrain en tranchée couverte, de certaines infrastructures, permet d'éliminer l'exposition des riverains par envol de poussières contaminées ou le dégazage de polluants issus du milieu souterrain ;
- les ouvrages en tranchée ouverte sont limités, le viaduc pour la partie aérienne permet d'éviter le creusement depuis le sol, l'exposition des travailleurs et des riverains.

Dans le cadre de la gestion des milieux pollués en phases chantier, les mesures de réduction spécifiques, définies selon les caractéristiques précises de chaque site (niveaux de pollution, phasage chantier, usage futur du site, etc.) seront établies dans le cadre des plans de gestion.

Cependant, un certain nombre de mesures génériques sont dès à présent définies :

- la réalisation, avant travaux, des **études historiques et documentaires et des diagnostics de pollution** au droit des ouvrages réalisés à partir de la surface (gare, ouvrage annexe, puits de tunnelier, SMR, tranchée notamment), selon la méthodologie présentée dans le paragraphe 1.6.2 « Méthodologie et stratégie de maîtrise des risques de pollution » ;
- la réalisation de **plans de gestion** au niveau de ces ouvrages comprenant éventuellement une évaluation des risques sanitaires au niveau des gares et du site de maintenance lorsque les diagnostics de pollution en ont montré la nécessité ;
- **évaluation quantitative des risques sanitaires** au niveau de ces ouvrages selon les résultats des diagnostics de pollution menés avant travaux ;
- la réduction du temps de **stockage** des terres polluées sur les bases chantiers et l'évacuation des terres vers des installations spécialisées ;
- la **mise en place de débourbeurs** en sortie de chantiers afin de nettoyer les roues des véhicules et de ne pas salir les voiries du quartier et abords du chantier ;
- la mise en place éventuelle de chapiteaux pour **confiner les terres et les vapeurs** au droit des zones très fortement impactées ;
- le port, par les travailleurs, des **équipements individuels de protection** adaptés aux substances identifiées dans les sols ;

- l'**arrosage des zones de travail** du chantier pour limiter les envols de poussières ;
- l'**utilisation de bâches** sur les aires de stockage et les camions de transport limitant l'envol des poussières.

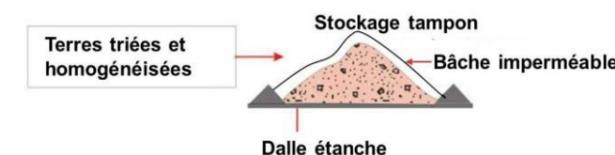


Schéma de principe d'une aire de stockage conforme aux règles de l'art
(source : BRGM)

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

En cas d'entraînement de terre ou de boue sur la voie publique au sortir des chantiers, les entreprises procèderont au nettoyage de la route.

MESURES DE SUIVI

De la même manière, des mesures de suivi générales pourront être mises en œuvre :

- le **suivi des chantiers** sensibles par un maître d'œuvre spécialisé ;
- le **suivi des expositions des travailleurs par la médecine du travail**, pour chaque travailleur exposé, port éventuel de badge passif pour évaluer les expositions dans les zones les plus impactées ;
- le **suivi de la qualité de l'air ambiant** à proximité des bases chantiers les plus sensibles. Le coût d'une campagne de suivi de ce type est estimé à 4 000 € H.T./mois.

1.6.10. Mesures retenues pour la gestion des milieux pollués en phase exploitation

Les travaux d'excavation des terres polluées en phase chantier et les éventuelles mesures de dépollution des sites concernés permettront d'assurer un environnement sain pour les futurs usagers.

La Société du Grand Paris mettra en œuvre les mesures éventuelles définies dans le cadre des études de pollution. En effet, comme indiqué précédemment, des plans de gestion et des analyses des risques résiduels seront réalisés pour les sites les plus sensibles. Ainsi, pour l'ensemble des sites sur lesquels une pollution susceptible d'entraîner un impact sanitaire et/ou environnemental lié au projet d'aménagement de la Ligne 18 aura été identifiée, toutes les mesures nécessaires seront mises en œuvre afin de rendre l'état des milieux compatibles avec l'usage futur du site dans le cas présent, l'accueil des usagers dans l'infrastructure.

De plus, les caractéristiques prévues pour les ouvrages du réseau permettront d'assurer l'étanchéité des boîtes par rapport au sous-sol (se référer aux éléments du chapitre « Eaux souterraines et risques associés » chapitre 1.4 page 110).

L'impact de la pollution en phase d'exploitation sur les usagers et travailleurs dans l'infrastructure est considéré comme négligeable.

1.6.11. Synthèse des impacts et mesures liés à la qualité du milieu souterrain

Les impacts liés à la qualité du milieu souterrain concerne principalement la phase chantier car les mesures constructives prévues (parois moulées, voussoirs du tunnelier) permettront d'éviter tout contact entre le milieu souterrain et les futurs usagers ou travailleurs. Afin de rendre ces impacts négligeables y compris en phase chantier, la Société du Grand Paris prévoit la mise en place d'une série de mesures adaptées aux différentes situations.

Site concerné	Type de l'impact	Niveau de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction		Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
			Mesures génériques	Mesures spécifiques				
Ensemble des bases chantiers de la Ligne 18	Risque de dispersion de la pollution	Gare Antonypôle, Massy Opéra, Massy-Palaiseau, et Versailles Chantiers	Phase études et chantier : - Réalisation avant travaux d'études de pollution du milieu souterrain (études historiques et documentaires, diagnostics de pollution au droit des gares, des ouvrages annexes, des puits de tunnelier, plan de gestion si nécessaire) - Évacuation des terres polluées vers les installations et filières spécialisées. - Nettoyage des roues des véhicules et engins de chantiers afin de ne pas salir les voiries aux abords des bases chantier. - Arrosage des pistes et utilisation de bâches sur les camions de transport et sur les terres stockées sur les bases chantier afin de limiter l'envol des poussières. - Forage du tunnel au tunnelier.	Phase chantier et exploitation : Application des mesures spécifiques définies par le plan de gestion	Entraînement limité de boue ou terres sur la voie publique	Nettoyage des voies publiques en sortie de chantier si nécessaire	Phase études et chantier : - Suivi des chantiers sensibles vis-à-vis de la pollution du milieu souterrain par un maître d'œuvre spécialisé	Intégré dans le coût des études et du chantier
		Gare Saint-Quentin Est et Satory						
		Tranchées ouvertes et couvertes						
		OA RN 20						
		Autres OA						
		Tunnel (négligeable)						
	Viaduc (négligeable)							
	Risques sanitaires pour les travailleurs et les riverains	Gare Antonypôle, Massy Opéra, Massy-Palaiseau, et Versailles Chantiers	Phase études et chantier : - Evaluation quantitative des risques sanitaires selon les résultats des diagnostics. Phase exploitation : - Respect des mesures de gestion préconisées - Mise en place de parois moulées étanches	Phase chantier et exploitation : Respect des mesures de gestion préconisées	Risque d'exposition négligeable pour les travailleurs et usagers	/	Phase études et chantier - Suivi des expositions des travailleurs par la médecine du travail, pour chaque travailleur exposé, port éventuel de badge passif pour évaluer les expositions dans les zones les plus impactées. - Suivi de la qualité de l'air ambiant à proximité des bases chantiers sensibles	
		Gare Saint-Quentin Est et Satory						
		Tranchées ouvertes et couvertes						

Légende : Impact résiduel nul/négligeable | Impact résiduel faible | Impact résiduel modéré | Impact résiduel fort | Impact résiduel positif

2. Faune, flore, milieux naturels

2.1. Evaluation d'incidence sur les sites Natura 2000

L'objectif de cette partie de l'étude d'impact est de caractériser les interactions possibles du projet sur les sites Natura 2000 dans ou à proximité du fuseau d'étude de la Ligne 18, en application des dispositions de l'article R414-19 à 26 du Code de l'environnement. L'aire d'étude a été élargie à 4 km à partir des limites du fuseau d'étude, comme détaillé en pièce G.1 de la présente étude, afin d'identifier les effets indirects ou induits du projet vis-à-vis de ces sites naturels contenant des habitats et des espèces d'intérêt communautaire à l'origine de leur désignation.

Rappel : l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 s'intéresse uniquement à l'incidence d'un projet sur les espèces ayant permis la désignation du site. Les impacts du projet sur les autres espèces sont traités dans le volet faune-flore-milieux naturels de l'étude d'impact.

2.1.1. Rappel des enjeux liés au réseau européen Natura 2000 et identification des entités du site Natura 2000 concernées par l'évaluation d'incidence

Aucun site Natura 2000 n'est traversé par le projet de la Ligne 18.

Quatre sites Natura 2000 sont potentiellement en interaction avec le projet. Il s'agit des Zones de Protection Spéciales (ZPS) « Massif de Rambouillet et zones humides proches » et « Etang de Saint-Quentin » et des Zones Spéciales de Conservation « Tourbières et prairies tourbeuses de la forêt d'Yvelines » et « Forêt de Rambouillet » comme figuré sur la carte suivante.

La forêt domaniale de Port Royal est une des 8 entités du site Natura 2000 FR 1112011 « Massif de Rambouillet et zones humides proches ». Elle se situe à proximité de la zone de passage préférentiel de la Ligne 18 au niveau de la commune de Magny-les-Hameaux.

Les autres entités de la ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches », plus ou moins éloignées les unes des autres, renferment les ZSC « Tourbières et prairies tourbeuses de la forêt d'Yvelines » (FR1100803) et « Forêt de Rambouillet » (FR1100796) :

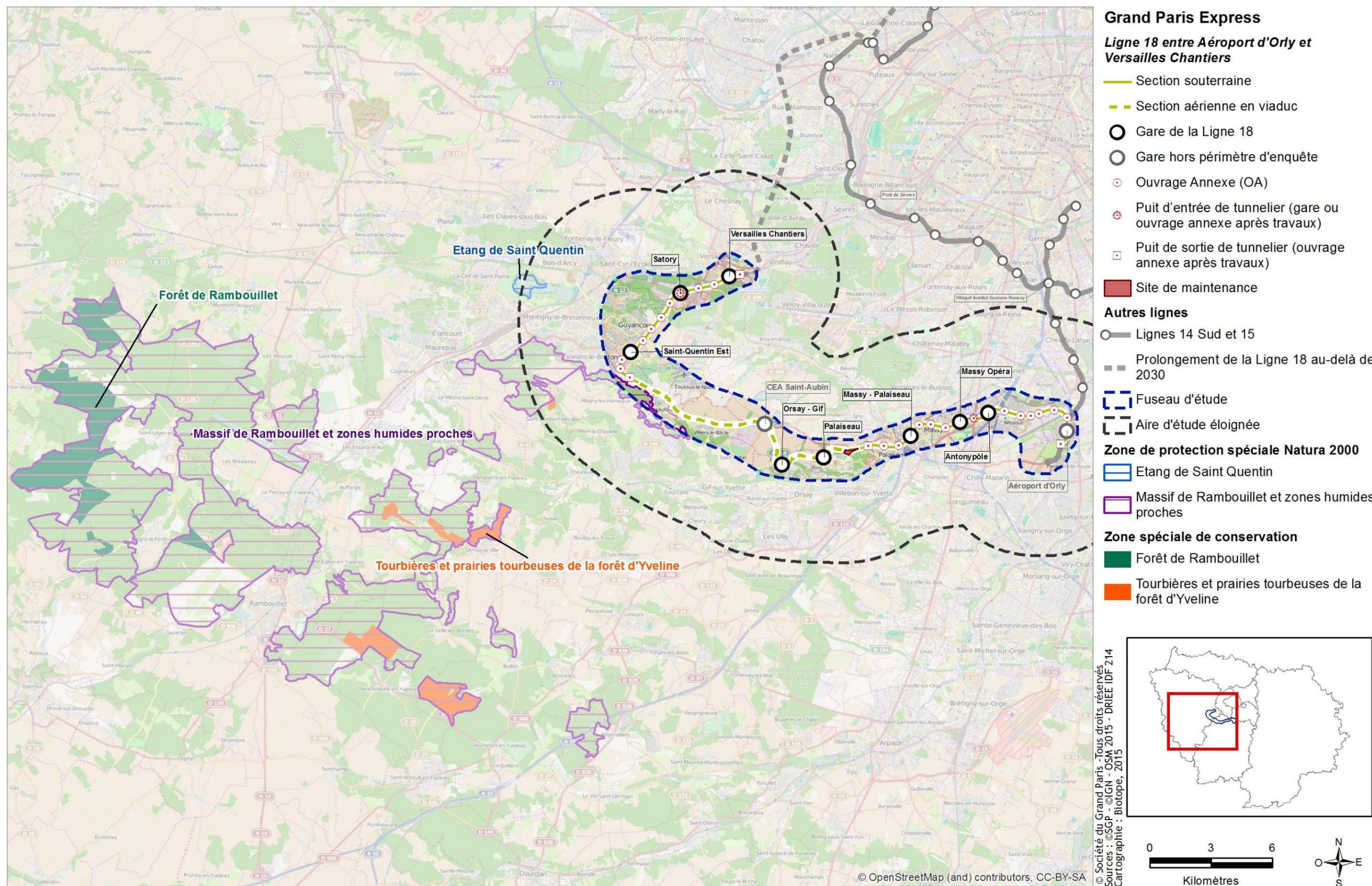
- une partie de la forêt domaniale de Rambouillet,
- forêt domaniale d'Angervilliers ;
- forêt régionale de Champ Garnier ;
- forêt départementale de Ronqueux ;
- forêt départementale des Gaules ;
- étangs de Hollande ;
- plaine agricole de Magny-Les-Hameaux.

Les ZSC se situent à environ 3 km du fuseau d'étude pour le site « Tourbières et prairies tourbeuses de la forêt d'Yvelines » et à plus de 6 km pour le site « Forêt de Rambouillet ».

La ZPS de l'étang de Saint-Quentin se situe quant à elle à environ 3 km du fuseau d'étude à l'Ouest.

L'évaluation des incidences portera sur ces quatre sites.

Carte de localisation des entités du site Natura 2000 concernées par l'évaluation des incidences du projet de la Ligne 18 du Grand Paris Express



2.1.2. Analyse des incidences potentielles du projet sur les sites Natura 2000 dans ou à proximité du fuseau d'étude

Chaque impact est caractérisé selon son type (direct, indirect) et sa durée (temporaire, permanent). Un projet peut présenter deux types d'impacts sur les milieux naturels :

- des impacts directs : ils se définissent par une interaction directe du projet avec une espèce ou un habitat naturel ;
- des impacts indirects : ils se définissent comme les conséquences secondaires liées aux impacts directs du projet et peuvent également se révéler négatifs ou positifs.

A cela s'ajoute le fait qu'un impact peut se révéler temporaire ou permanent :

- l'impact est temporaire lorsque ses effets ne se font ressentir que durant une période donnée (la phase chantier par exemple) ;
- l'impact est pérenne dès lors qu'il persiste dans le temps et peut demeurer immuable.

Une analyse a été réalisée afin d'étudier si le projet est susceptible d'affecter ou non les sites Natura 2000 cités précédemment en tenant compte principalement :

- des caractéristiques du projet ;
- des entités hydrographiques concernées ;
- des caractéristiques du patrimoine naturel d'intérêt européen, du fonctionnement écologique des sites Natura 2000 et des objectifs de conservation ;
- de la distance entre le projet et chaque site.

2.1.2.1 Incidences directes potentielles du projet de Ligne 18

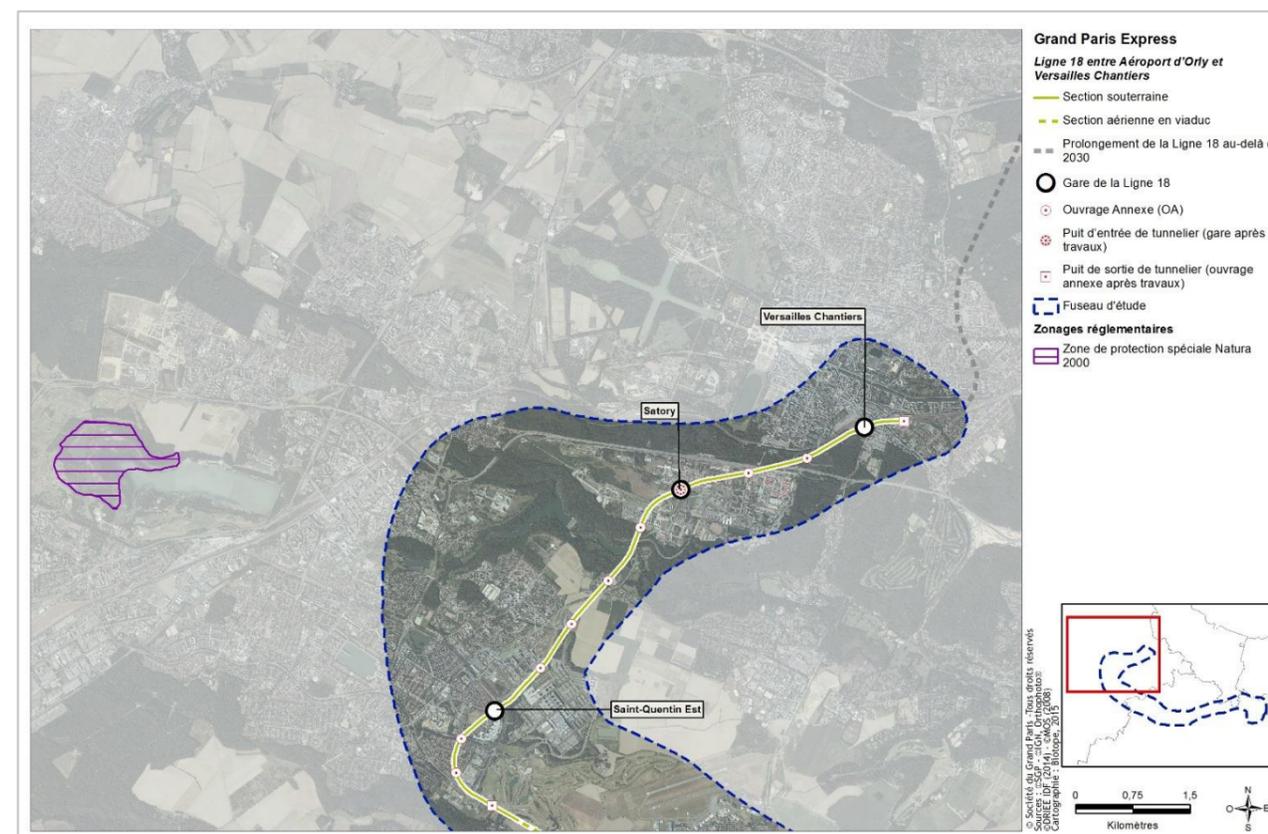
Le projet de Ligne 18, prévu en partie en souterrain et en partie en viaduc, ne prévoit pas d'implantation d'ouvrage, de gare ou de base de chantier au sein des sites Natura 2000. **Il n'y a donc pas d'incidence directe, temporaire ou permanente, par effet d'emprise (consommation d'espace) sur le réseau de site Natura 2000.** Les incidences indirectes envisageables sont les suivantes :

- **modification potentielle du réseau hydrogéologique (eaux souterraines) sur les habitats d'intérêt communautaire ou les habitats d'espèces** : il s'agit du risque de modifier l'alimentation des zones humides liées aux nappes, voire, dans le cas extrême, de les assécher ;
- **modification potentielle du réseau hydrologique (eaux superficielles) sur les habitats d'intérêt communautaire ou les habitats d'espèces** : il s'agit du risque de modification des écoulements des eaux superficielles liés notamment aux réseaux de rigoles alimentant les zones humides ;

- **dérangement potentiel** : il s'agit d'un dérangement sur certaines espèces sensibles engendré en phase travaux par le bruit et les mouvements d'engins et de personnes, par l'activité d'extraction et le transport des matériaux. En phase exploitation, il peut être lié au bruit du métro en aérien ou de l'exploitation des ouvrages mais également à l'augmentation de la fréquentation en lien avec l'amélioration de l'accessibilité des sites aux promeneurs et à l'éclairage du viaduc ;
- **rupture potentielle des continuités écologiques** : il s'agit de la réduction de la fonctionnalité du territoire induisant des difficultés dans le déplacement des populations d'espèces pouvant entraîner des **collisions**.

2.1.2.2 Analyse des incidences indirectes du projet sur le site FR1110025 « Etang de Saint-Quentin »

Le site Natura 2000 « Etang de Saint-Quentin » est intégré à la base de loisirs de Saint-Quentin-en-Yvelines. Il se compose d'une seule unité de 87 hectares non fragmentés incluse dans la réserve naturelle de Saint-Quentin-en-Yvelines créée en 1986. L'intérêt majeur de ce site repose sur sa richesse ornithologique.



Localisation du site Natura 2000 « Etang de Saint-Quentin » par rapport au tracé de référence de la Ligne 18

Analyse des incidences indirectes du projet sur le site en phase chantier

- **Risque de modifications hydrologiques**

D'un point de vue hydrologique, l'étang de Saint-Quentin appartient au Réseau des Etangs et Rigoles. Il se situe en fin de chaîne d'un réseau de 10 étangs et de 8 retenues. 85% à 90% des eaux de l'étang de Saint-Quentin proviennent des étangs amont (source : DocOb). Il n'est pas alimenté par les eaux souterraines. L'étang est également l'exutoire des eaux de ruissellement d'une partie de la ville de Trappes et de la plaine de Neauphles (Méré, Jouars-Pontchartrain, etc.). A ce titre, il joue donc le rôle de réceptacle des eaux drainées depuis l'amont (depuis la forêt de Rambouillet), avant que les eaux de l'étang de Saint-Quentin ne s'écoulent en direction de la Bièvre, via la rigole de Guyancourt.

La gestion hydraulique du bassin est l'élément fondamental pour le bon fonctionnement écologique du site Natura 2000. En l'absence d'une source souterraine pour l'alimenter, les variations des niveaux d'eaux du bassin sont liées à une gestion humaine et dépendent de la pluviosité à l'échelle du bassin versant.

Le projet n'entre pas en interaction avec le réseau de rigoles et d'étangs alimentant l'étang de Saint-Quentin qui sont notamment situés sur les communes du Perray-en-Yvelines, des Bréviaires, etc qui sont hors fuseau et non traversées par le tracé de la Ligne 18. **Le projet n'aura donc aucune incidence sur le fonctionnement hydrologique de l'étang de Saint-Quentin. Aucune mesure d'évitement et de réduction ne nécessite d'être mise en œuvre.**

- **Risque de dérangement des espèces liées aux nuisances sonores**

La distance au plus près entre le fuseau d'étude et ce site Natura 2000 est relativement importante (plus de 2 km). Au vu des espèces ayant justifiées la désignation du site, du contexte péri-urbain de ce dernier (présence de lotissements et de constructions individuelles notamment) et de la distance entre le projet, en souterrain sur cette partie, et le site Natura 2000, **les travaux de la Ligne 18 ne sont pas susceptibles de causer le dérangement des espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site Natura 2000. Aucune mesure d'évitement et de réduction ne nécessite d'être mise en œuvre.** Toutefois, à l'échelle de la ligne des mesures pour limiter les nuisances sonores durant le chantier ainsi qu'en phase exploitation au niveau des ouvrages émergents sont prévus comme énoncées dans la partie 8.5 page 409.

Analyse des incidences indirectes du projet sur le site en phase exploitation

- **Risque de dérangement des espèces par augmentation de la fréquentation**

En raison de sa position géographique et de sa faible surface (superficie relative par rapport à l'agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines), le site Natura 2000 subit l'influence d'une multitude d'activités humaines. D'après le document d'objectifs (DocOb), la fréquentation sur les 600 hectares du territoire de la base de loisirs (comprenant le site Natura 2000), pour la pratique des nombreuses activités de loisirs proposées, est à l'origine de nuisances (dérangement) pour la faune. Le tronçon du métro situé au plus près de l'étang passe en souterrain, il n'engendrera donc pas de bruit supplémentaire en phase exploitation. La gare la plus proche est située à plus de 6 km de

l'étang, l'augmentation de la fréquentation du parc liée à la réalisation de celle-ci est donc limitée. En effet, il est estimé qu'au-delà de 15 min de marche, correspondant en moyenne à 1,25 km, l'attractivité du parc par les transports en commun est faible. Le projet **n'est donc pas susceptible d'être à l'origine d'une augmentation de la fréquentation des visiteurs du site, étant donné qu'il n'améliore pas son accessibilité.** Aucune mesure d'évitement et de réduction ne nécessite d'être mise en œuvre.

- **Risque de rupture des continuités écologiques –risque de collision**

Le site Natura 2000 est composé d'une seule unité de 87 ha non fragmentés. Il est dominé par des habitats aquatiques et les milieux associés (environ 60 % des habitats du site Natura 2000). Ces derniers habitats sont peu représentés à proximité du site Natura 2000. Aucune des espèces d'intérêt communautaire nichant sur l'étang de Saint-Quentin ne trouve d'habitat favorable à la nidification dans le fuseau d'étude. Seuls des habitats d'alimentation ou de repos, représentés essentiellement par des surfaces importantes de zones agricoles, peuvent subir l'influence du projet. Toutefois, la consommation de terres agricoles pour la réalisation du projet est restreinte et ces espaces ont un attrait limité pour les espèces ayant justifié la désignation du site qui sont majoritairement inféodées aux milieux aquatiques. **Le projet de Ligne 18 n'aura pas d'interaction avec le fonctionnement des populations d'oiseaux d'intérêt communautaire du site.**

L'étang de Saint-Quentin se trouve sur un des axes continentaux de migration (qui part du nord de l'Europe en direction de l'Afrique via l'Espagne). C'est également le plus grand plan d'eau d'Ile-de-France. Ceci explique pourquoi cet étang peut représenter une escale de migration intéressante et importante pour un grand nombre d'espèces d'oiseaux migrateurs (dont les espèces d'intérêt communautaire). L'ensemble des espèces observées régulièrement sur le site Natura 2000 est susceptible de survoler le projet lors de la migration. Le tronçon de la Ligne 18 situé à proximité du site Natura 2000 est réalisé en souterrain, **aucune rupture des continuités écologiques n'interviendra.** De plus, pour ce qui concerne les tronçons réalisés en aérien à plusieurs kilomètres au sud-ouest du site Natura 2000, l'absence de caténaires limite le risque de collision. **Le risque de collision lors des migrations est donc limité.**

Le projet de la ligne 18 ne modifiera pas la fonctionnalité du site Natura 2000. Aucune mesure d'évitement et de réduction ne nécessite d'être mise en œuvre.

Synthèse des incidences et mesures concernant le site Natura 2000 « Etang de Saint-Quentin »

Le projet n'entre pas en contradiction avec le maintien des milieux et des espèces du site Natura 2000 dans la mesure où l'ensemble des milieux patrimoniaux et des espèces remarquables qui y résident seront conservés et ne sont pas susceptibles de subir d'impacts du projet en phase travaux et exploitation notamment en raison :

- de la distance relativement importante entre le site et le projet ;
- la réalisation du métro en souterrain sur le tronçon le plus proche du site ;
- l'absence d'interaction du projet avec l'alimentation en eau de l'étang de Saint-Quentin ;

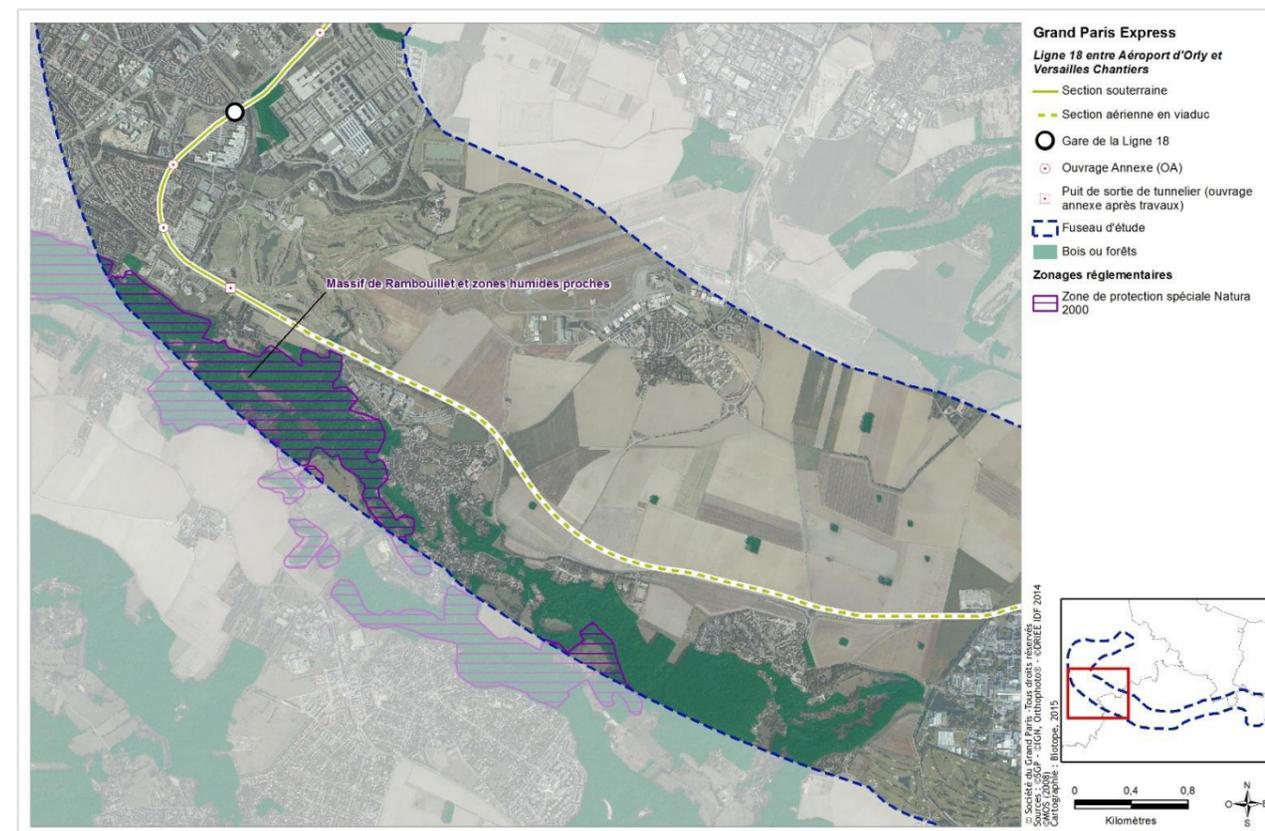
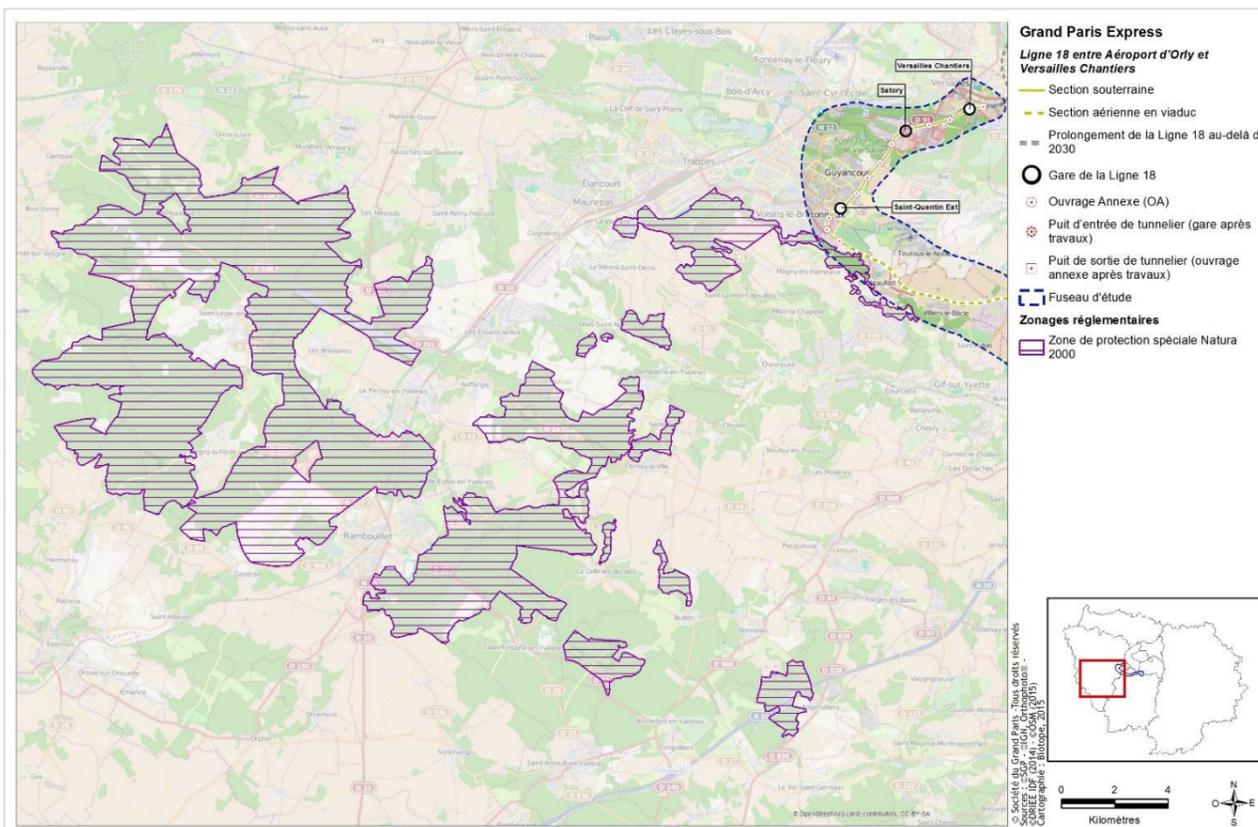
- la consommation réduite de milieux pouvant servir à l'alimentation ou au repos des espèces ayant justifiées la désignation du site ;
- l'absence de consommation de milieux favorable à la nidification des espèces ayant justifiées la désignation du site.

Au regard de cette analyse, le projet n'est pas susceptible d'affecter le site Natura 2000 « Etang de Saint-Quentin ».

2.1.2.3 Analyse des incidences indirectes du projet sur le site FR 112011 « Massif de Rambouillet et zones humides proches »

Le site Natura 2000 ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches » regroupe plusieurs entités, séparées de plusieurs kilomètres et insérée au sein d'une zone urbaine plus ou moins dense. Ce site abrite une diversité d'habitats naturels : forêts, étangs, mares, etc. L'intérêt de ce site Natura 2000 réside principalement dans la présence d'oiseaux forestiers et d'oiseaux d'eau en nidification. Seule l'entité « forêt domaniale de Port Royal » de cette ZPS est concernée par le fuseau d'étude.

Localisation du site Natura 2000 « Massif de Rambouillet et zones humides proches » par rapport au tracé de référence de la Ligne 18



Zoom sur l'entité du site Natura 2000 « Massif de Rambouillet et zones humides proches » par rapport au tracé de référence de la Ligne 18

Analyse des incidences indirectes du projet sur le site en phase chantier

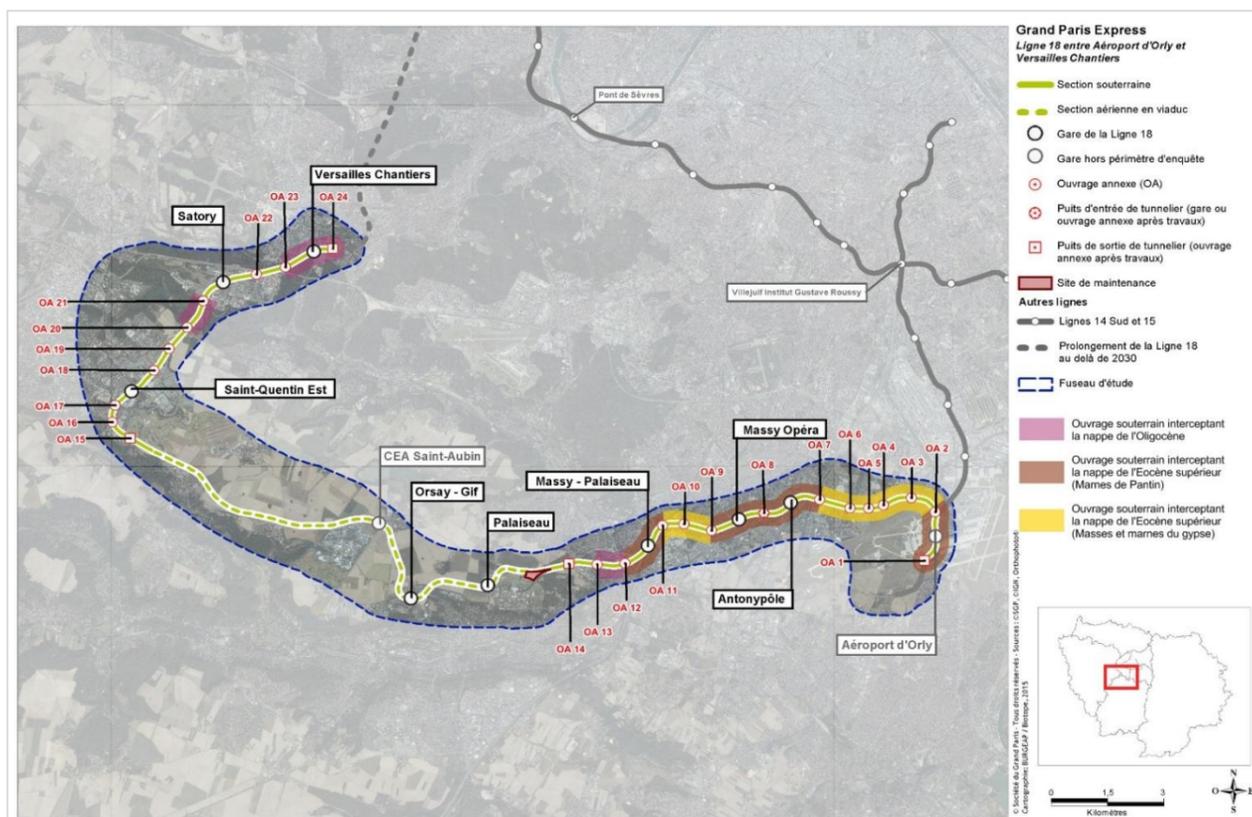
- **Risque de modifications hydrogéologiques**

Les cours d'eau, mares et étangs, et autres milieux humides du site Natura 2000 sont alimentés en partie par des eaux souterraines.

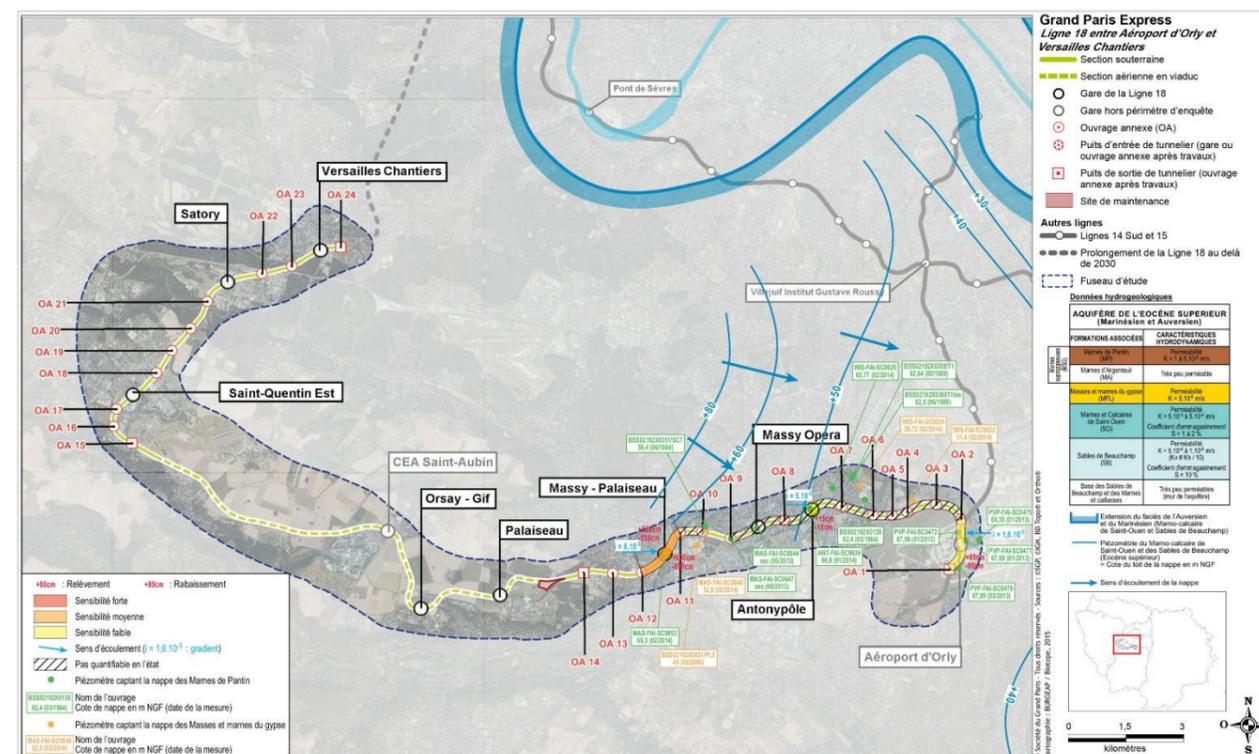
Au regard des ouvrages de la Ligne 18 interceptant les nappes d'eaux souterraines (Cf. cartes ci-dessous) de l'Eocène supérieur et Oligocène, qui ont été présentée au chapitre « Eaux souterraines et risques associés », et du sens d'écoulement des nappes (Cf. cartes ci-dessous), **le projet n'est pas susceptible de modifier les conditions hydrogéologiques du site Natura 2000**. De ce fait, les habitats humides présents sur les sites Natura 2000 et les espèces qui leur sont inféodées seront conservés.

Aucune mesure d'évitement et de réduction ne nécessite d'être mise en œuvre. Toutefois, à l'échelle de la ligne des mesures pour limiter les impacts hydrogéologiques durant le chantier ainsi qu'en phase exploitation sont prévus comme énoncées dans le chapitre dédié (choix de la méthode constructive des parois moulées, entretien et fonctionnement des bases chantiers, etc.).

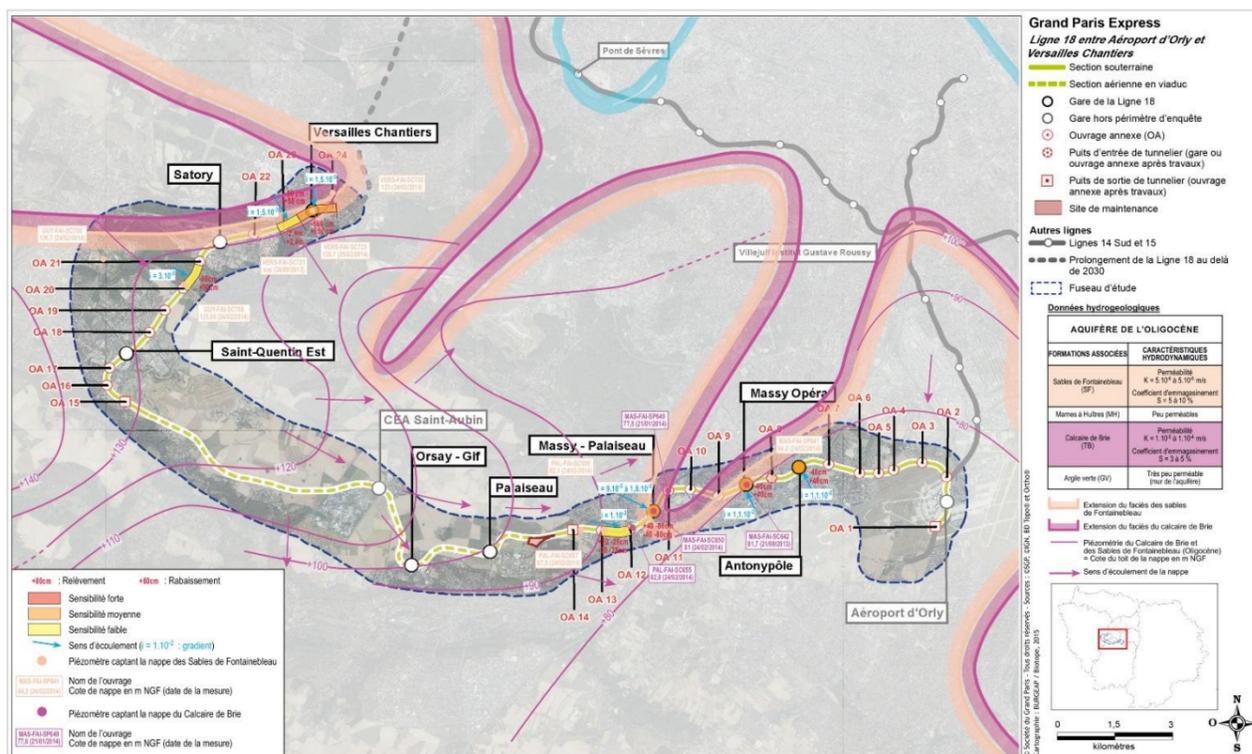
Interception de l'infrastructure de la Ligne 18 avec les nappes



Impacts des infrastructures étanches sur l'écoulement de la nappe de l'Eocène supérieur – effet barrage



Impacts des infrastructures étanches sur l'écoulement de la nappe de l'Oligocène – effet barrage



• **Risque de modifications hydrologiques**

Certains milieux sont également alimentés de manière directe ou indirecte par les eaux superficielles. Du fait de la complexité du fonctionnement hydrologique du secteur et de l'absence de données précises sur l'alimentation des milieux humides par les eaux superficielles, il y a différents risques potentiels identifiés (détaillés au chapitre « Eaux superficielles et risques associés ») dont notamment la modification des écoulements du réseau hydrographique.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées au chapitre 1.5 page 140. Les mesures mises en œuvre pour éviter l'impact lié à la modification des écoulements du réseau hydrographique sont les suivantes :

- Réalisation d'aires de chantier d'emprises compatibles avec le réseau hydrographique superficiel ;
- Utilisation de dispositions constructives de moindre emprise, notamment concernant le viaduc ;
- Transparence hydraulique des aires de chantier vis-à-vis des cours d'eau, étangs, rigoles ;
- Mise en place de fossés longitudinaux interceptant les ruissellements extérieurs au projet. Ces fossés assureront la transparence hydraulique de la Ligne 18 vis-à-vis des ruissellements superficiels.

INCIDENCES RESIDUELLES

Le projet n'est pas susceptible de modifier les conditions hydrologiques du territoire. De ce fait, les habitats humides présents sur les sites Natura 2000 et les espèces qui leur sont inféodées seront conservés. **Le projet n'induit aucune incidence résiduelle sur le site Natura 2000.**

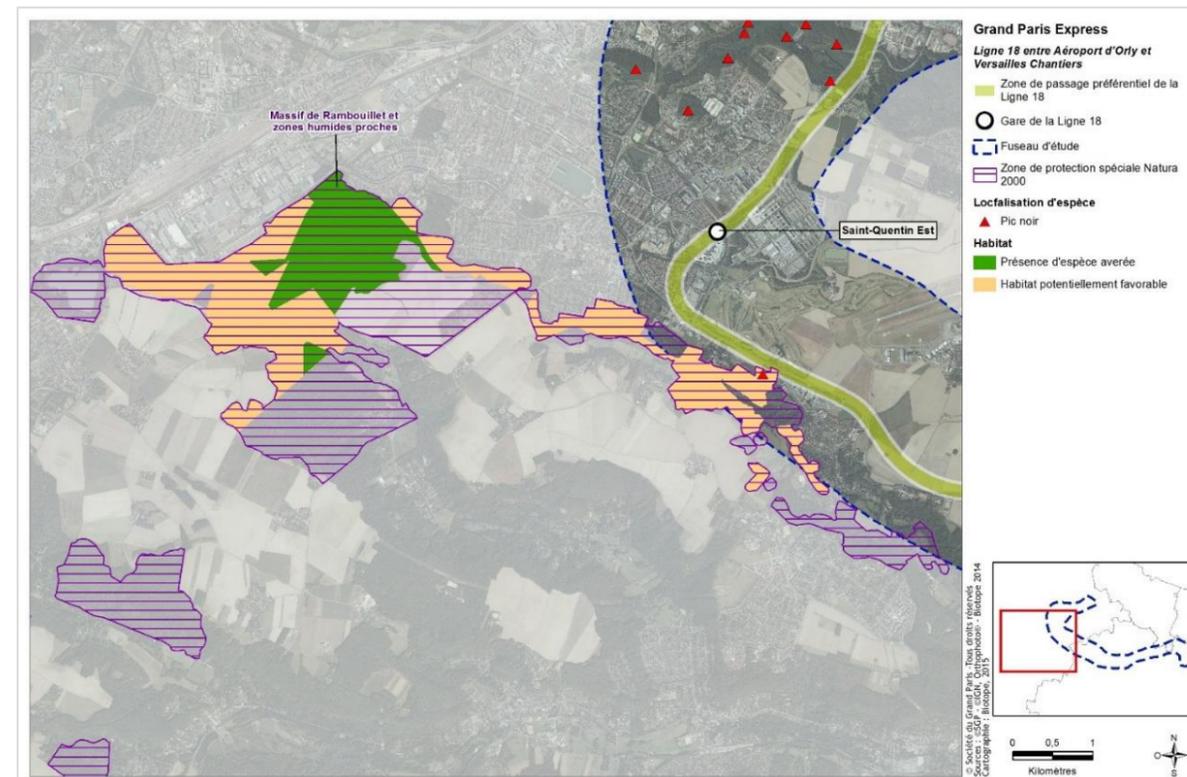
• **Risque de dérangement des espèces liées aux nuisances sonores**

La forêt domaniale de Port Royal, inscrite dans le site Natura 2000, est longée par la route départementale RD36 qui est un axe routier structurant pour les départements des Yvelines et de l'Essonne qui relie les pôles urbains et d'activités de Saint-Quentin-en-Yvelines et de Massy-Palaiseau. Celle-ci reçoit un trafic journalier moyen d'environ 20 000 véhicules à l'Ouest de Saclay. L'impact sonore de cette route est important (niveau sonore de 70dB(A)) mais se limite toutefois aux accotements et 100 m au maximum de part et d'autre de la voirie. Le bruit existant au niveau de la forêt de Port Royal (en dehors de la bande de 100 m à partir de la voirie) ne dépasse pas les 55dB(A) (zone calme). Le secteur de la forêt de Port Royal situé sur la commune de Châteaufort est également soumis au bruit généré par l'aérodrome de Toussus-le-Noble. Le projet se situe le long de la route départementale RD36 mais de l'autre côté de la voirie, au niveau du golf national de Saint-Quentin-en-Yvelines.

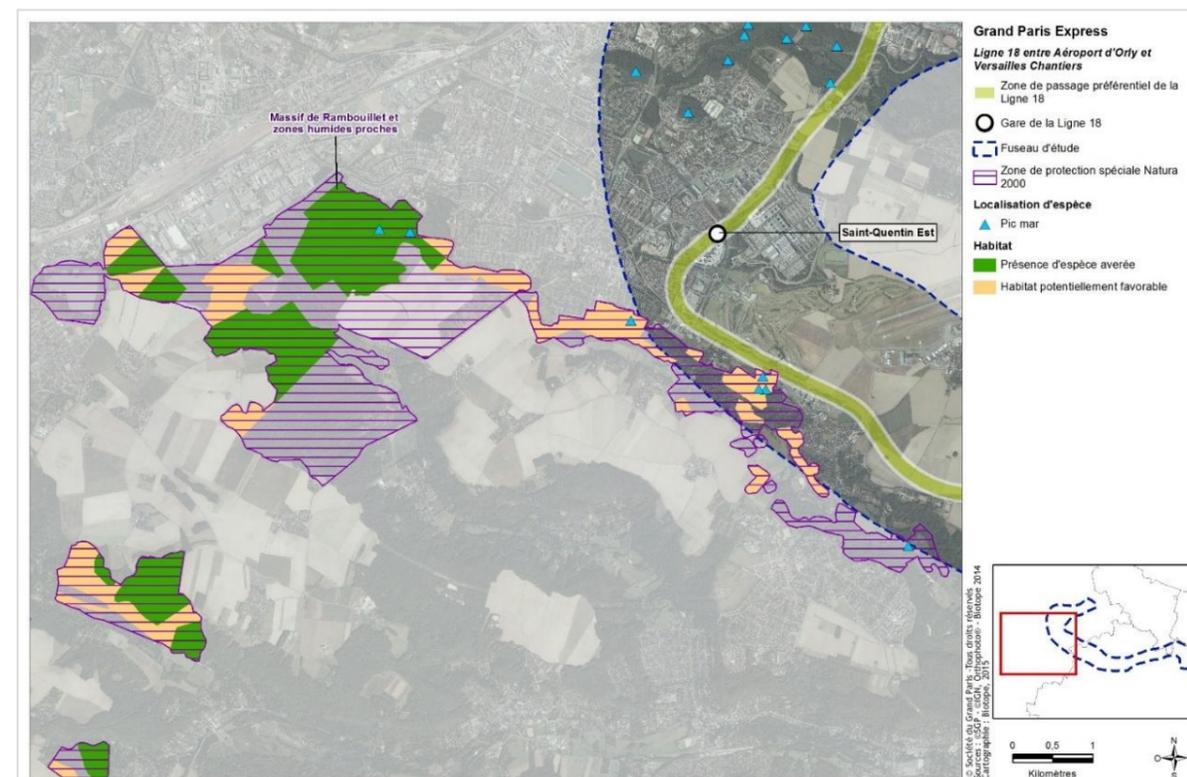
Dans le cadre de l'ensemble des travaux de la section aérienne de la ligne, la phase de terrassement/fondations/gros œuvre (lors de l'utilisation d'engins de chantier) sera la plus génératrice de bruit. Les niveaux de bruit attendus durant la phase de terrassement/fondation peuvent s'élever à 80 dB(A) à 15 m de distance au chantier et jusqu'à 70 dB(A) ponctuellement à 100 m si aucun obstacle n'est observé entre la source et le récepteur pour contrer le bruit. Toutefois, la phase de terrassement/fondation dans le cadre de la réalisation d'une infrastructure de type viaduc est réduite et correspond à des chantiers ponctuels. La mise en place dans un second temps de l'ensemble des équipements nécessaires au fonctionnement et à la sécurité de la ligne n'induirait en comparaison que peu de nuisances sonores. La RD36 aura donc un effet de masque sur le bruit de chantier qui pourrait être perçu dans la forêt de Port Royal.

La partie de la forêt de Port Royal longeant la RD36 est ceinturée à l'Est par des zones urbanisées et à l'Ouest par des zones cultivées et un parc de château. Les espèces sensibles au dérangement, du fait de la présence d'une route à fort trafic et de zones déjà urbanisées, sont peu susceptibles d'utiliser la lisière forestière située le long de la RD36 pour nicher. Les autres entités du site Natura 2000 sont éloignées de plus de 7 km de la zone du projet.

Le Pic mar et le Pic noir nichent dans la forêt de Port Royale en bordure de la RD36. Ces espèces sont déjà accoutumées à un niveau sonore important.



Localisation du site Natura 2000 FR1112011 et des points d'observation du Pic noir par rapport à la Ligne 18



Localisation du site Natura 2000 FR1112011 et des points d'observation du Pic mar par rapport à la Ligne 18

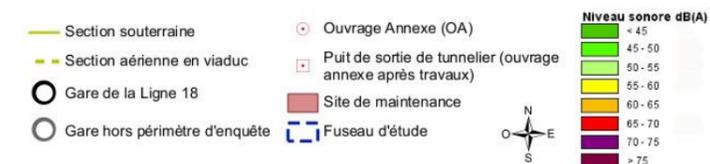
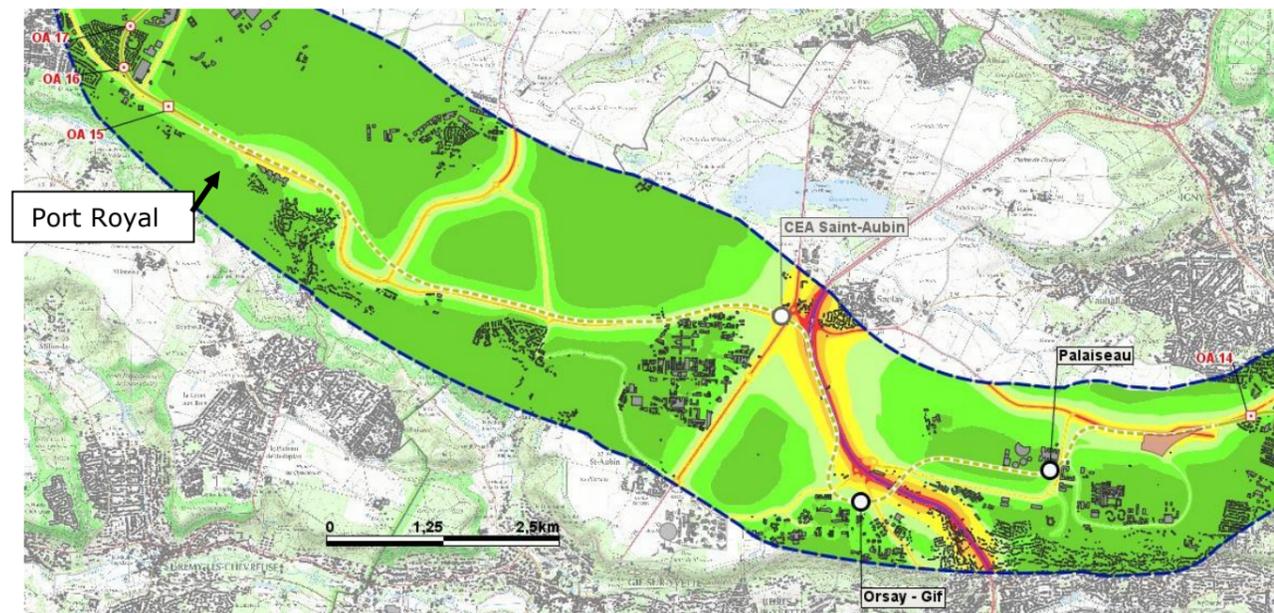
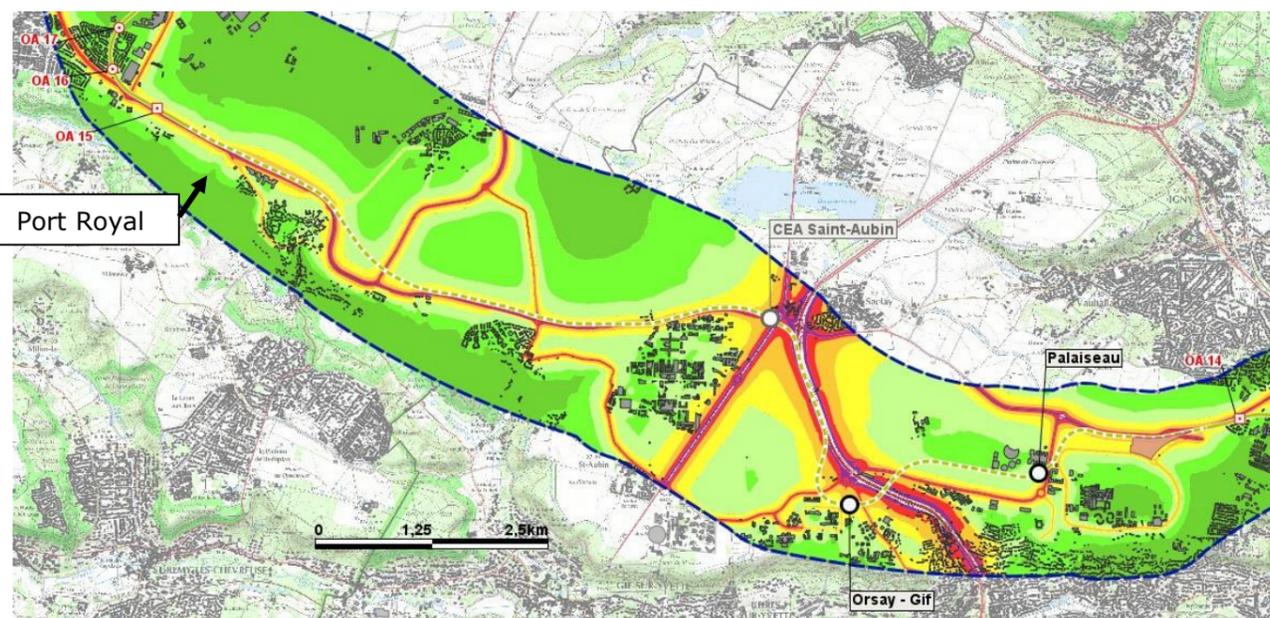
L'impact sonore est considéré comme modéré à proximité de la forêt de Port Royal (Cf. chapitre Bruit 8.5) lors de la construction du viaduc, cet impact est temporaire. **L'impact par dérangement des espèces présentes dans la forêt de Port Royal, lié à l'augmentation du niveau sonore en phase chantier, est considéré comme modéré.**

Aucune augmentation sonore liée à la réalisation de la Ligne 18 n'est prévue sur les autres entités du site Natura 2000.

Impacts sonores des phases chantier – Portion aérienne en viaduc

Phase de travaux	Massif de Rambouillet
Terrassement Fondation	Impact fort
Gros œuvre	Impact modéré
Second œuvre	Impact faible
Charroi (impacts sur les voiries d'accès)	Pas d'impact

Carte de bruit routier situation de référence (haut : journée, bas : nuit) – Ligne 18 – portion aérienne en viaduc



MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées au chapitre Bruit 8.5. Les mesures mises en œuvre pour éviter l'impact sonore sont les suivantes :

- Le choix de la **localisation de l'implantation** du viaduc de la Ligne 18 a été orienté sur des secteurs offrant des spécificités permettant de limiter les impacts liés au bruit, notamment :
 - o des secteurs éloignés des habitations ;
 - o des secteurs localisés à proximité de grand axes routiers permettant d'éviter le charroi de poids lourds dans les centres villes liés à l'évacuation des déblais et l'approvisionnement des chantiers ;
 - o des secteurs déjà très impactés par le bruit des aéronefs et/ou du trafic routier.
- Les éléments du viaduc seront **préfabriqués en vue de réduire la durée des chantiers.**

La durée des travaux le long de la forêt de Port Royale sera réduite au maximum, et les bases chantiers seront localisées le plus éloignées possible du site selon la faisabilité.

INCIDENCES RESIDUELLES

En raison du caractère variable des bruits inhérents à la phase de chantier, il n'est pas possible de totalement supprimer les impacts sonores durant cette phase. Néanmoins grâce aux mesures générales d'évitements et de réduction prises, le niveau sonore sera nettement réduit n'induisant aucune nuisance sonore en phase travaux pour les espèces présentes au sein du site Natura 2000.

Analyse des incidences indirectes du projet sur le site en phase exploitation

Risque de dérangement des espèces par augmentation de la fréquentation

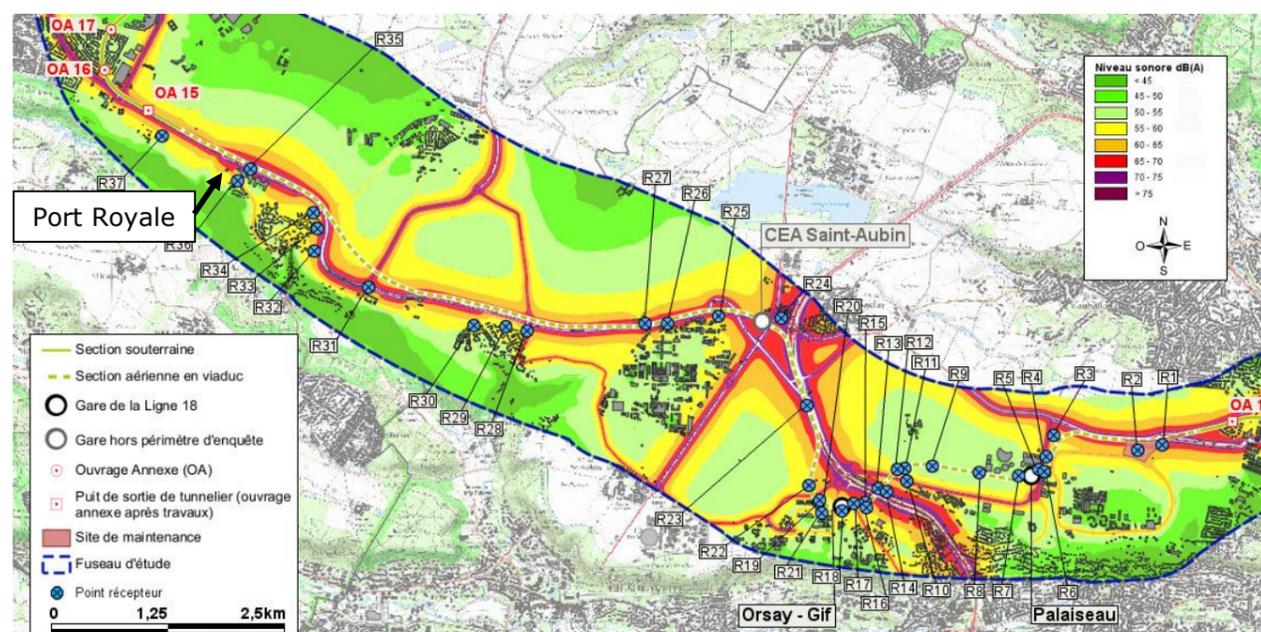
L'entité de Port Royal est située dans un contexte péri-urbain, où la fréquentation par le public des villes proches est susceptible d'être déjà importante. La gare la plus proche de la forêt de Port Royal est située à environ 2 km en marchant, l'augmentation de la fréquentation du bois liée à la réalisation de celle-ci est donc limitée. En effet, il est estimé qu'au-delà de 15 min de marche, correspondant en moyenne à 1,25 km, l'attractivité du parc par les transports en commun est faible. Le projet n'est donc **pas de nature à augmenter la fréquentation du site en augmentant son accessibilité**. Aucune mesure d'évitement et de réduction ne nécessite d'être mise en œuvre.

Risque de dérangement des espèces par l'exploitation des ouvrages (bruit, pollution lumineuse)

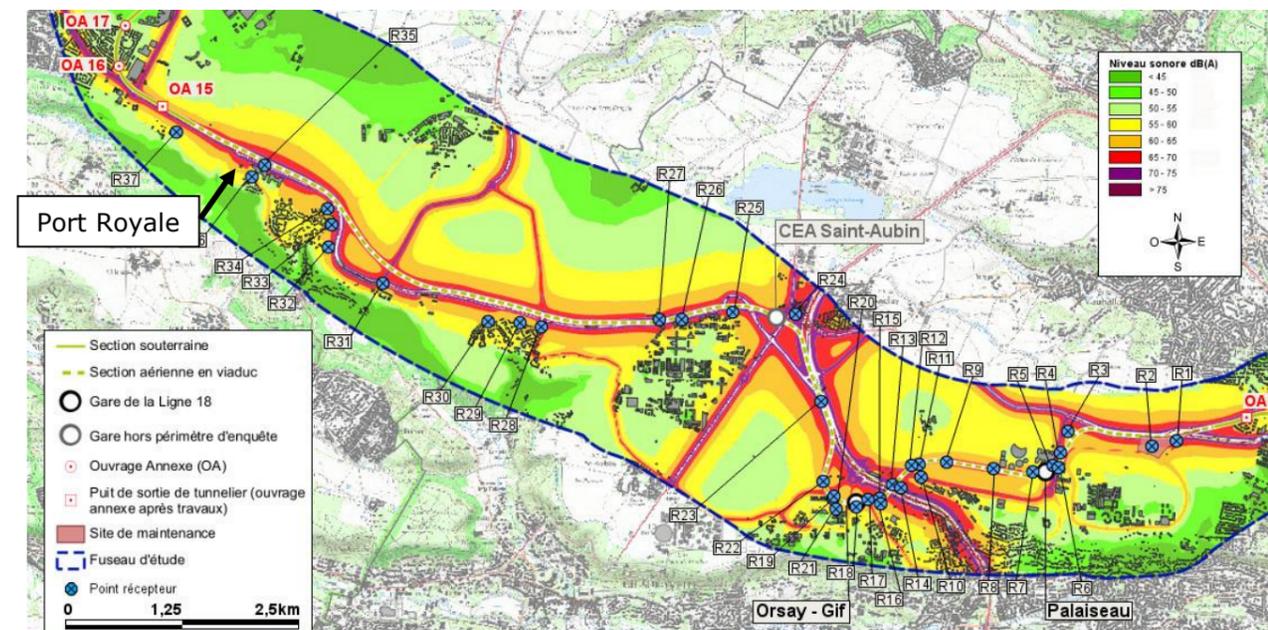
D'après les modélisations acoustiques (Cf. chapitre Bruit 8.5), l'augmentation de niveaux sonores liés à l'exploitation du métro sont globalement faibles et compris entre 0 à 2 dB(A). De plus, le bruit généré par le RD36 masquera en grande partie le bruit du métro en phase exploitation. Une légère augmentation des niveaux sonores est prévue sur les franges de la forêt de Port Royal (de l'ordre de 0,1 à 0,3 dB(A)). Les espèces étant déjà accoutumées à un niveau sonore important, **l'impact par dérangement des espèces présentes dans la forêt de Port Royale liées à l'augmentation du niveau sonore en phase exploitation est considéré comme faible (cf. cartes ci-après)**.

La RD36 n'est pas éclairée de nuit sur le secteur longeant la forêt de Port Royale, l'éclairage du viaduc en phase exploitation risque d'être à la source du dérangement des espèces.

Carte de bruit situation de référence (bruit routier) - période de jour - section Palaiseau - Magny-les-Hameaux - Hauteur 4m (ASM Acoustics)



Carte de bruit situation projetée (bruit routier + métro) - période de jour section Palaiseau - Magny-les-Hameaux - Hauteur 4m (ASM Acoustics)



MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées au chapitre Bruit 8.5. Les mesures mises en œuvre pour éviter l'impact sont les suivantes :

- **Choix des équipements de voie les moins générateurs de bruit** (revêtement de type ballast, limitation du nombre d'aiguillage, joints de rail soudés et non collés, etc.) ;
- **Action sur le matériel roulant** avec le choix de freins à disques ou à semelle en matériau composite (gain jusqu'à 10 dB(A) sur le bruit de roulement) et matériel roulant fer moins bruyant que sur pneu en ligne droite.
- **Travail programmatique du viaduc et des besoins de lumière pour la sécurité de la ligne et accès de secours (trainasse incendie)**. Les émissions de lumière du viaduc sont réduites.

INCIDENCES RESIDUELLES

La légère augmentation du niveau sonore au niveau de la forêt de Port Royal en phase exploitation n'est pas de nature à remettre en cause l'état de conservation des espèces ayant justifié la désignation du site Natura 2000. **Le projet n'induit aucune incidence résiduelle lié à un dérangement sur le site Natura 2000.**

• **Risque de rupture des continuités écologiques – Risque de collision d'individus au droit du viaduc**

L'entité du site Natura 2000 « Forêt domaniale de Port Royal » est essentiellement constituée de milieux forestiers (85%), de milieux ouverts (13%) et de milieux humides (2%). Aucune zone favorable à la nidification des espèces ayant justifié la désignation du site Natura 2000 et notamment celles connues au niveau de la forêt de Port Royal (Pic mar, Pic noir, Bondrée apivore) n'est directement ou indirectement impactée par le projet. Seuls le Busard des roseaux et le Pluvier doré sont susceptibles d'utiliser les zones agricoles du fuseau d'étude sur ce tronçon en halte migratoire, l'emprise du projet sur des surfaces agricoles reste toutefois limitée. Le projet n'est **pas de nature à remettre en cause le fonctionnement des populations d'espèces.**

Le projet passe en viaduc le long de la RD36 entre la N118 et un peu avant l'avenue de l'Europe à Magny-les-Hameaux. Le viaduc traverse des zones agricoles et longe le golf national de Guyancourt. Ces milieux sont peu attractifs pour les espèces ayant justifié la désignation du site Natura 2000 connues au niveau de la forêt de Port Royal. Le viaduc se trouve à proximité d'une route départementale fortement fréquentée ce qui limite également l'attractivité de ses accotements.

De jour et par condition météorologique correcte le viaduc sera visible pour les oiseaux. De plus, celui-ci se trouvera à une hauteur similaire ou en dessous de la cime des arbres, la majorité des oiseaux survolera donc l'ouvrage d'art. L'absence de caténaire limite également le risque de collision. Le risque de collision pour les oiseaux est donc faible.

Le projet de la Ligne 18 ne modifiera pas la fonctionnalité du site Natura 2000. Aucune mesure d'évitement et de réduction ne nécessite d'être mise en œuvre.

Synthèse des incidences et mesures concernant le site Natura 2000 « Massif de Rambouillet et zones humides proches »

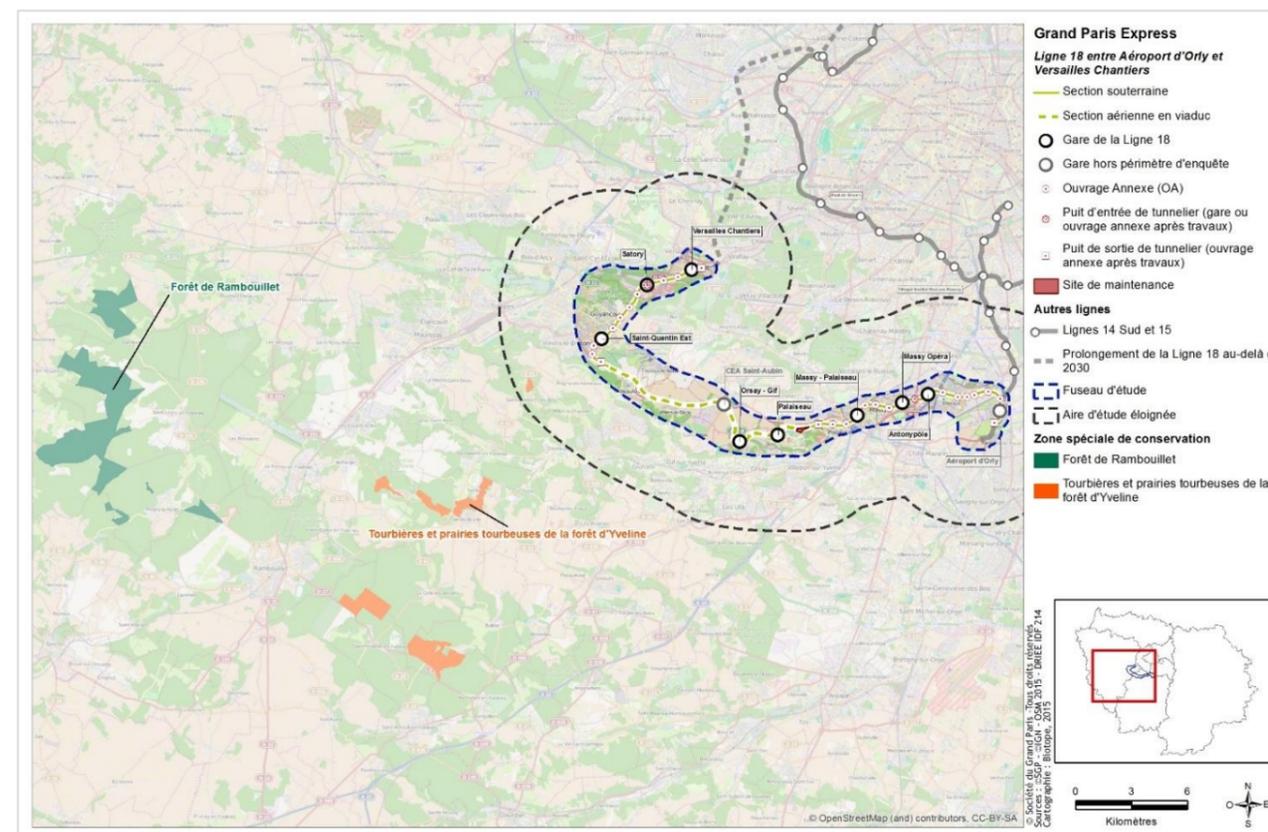
Le projet n'entre pas en contradiction avec le maintien des milieux et des espèces du site Natura 2000 dans la mesure où l'ensemble des milieux patrimoniaux et des espèces remarquables qui y résident seront conservés et ne sont pas susceptibles de subir d'impacts du projet en phase travaux et exploitation notamment en raison :

- l'absence d'interaction du projet avec l'alimentation en eau des zones humides du site Natura 2000 ;
- la présence de la RD36 qui masquera en grande partie le bruit du métro en phase chantier et en exploitation ;
- la consommation réduite de milieux pouvant servir à l'alimentation ou au repos des espèces ayant justifié la désignation du site ;
- l'absence de consommation de milieu favorable à la nidification des espèces ayant justifié la désignation du site.

Au regard de cette analyse, **le projet n'est pas susceptible d'affecter le site Natura 2000 « Massif de Rambouillet et zones humides proches ».**

2.1.2.4 Analyse des incidences indirectes du projet sur les sites FR1100803 « Tourbières et prairies tourbeuse de la forêt d'Yvelines » et FR1100796 « Forêt de Rambouillet »

Les deux sites Natura 2000 font l'objet d'un document d'objectifs commun, les enjeux et objectifs de conservation étant similaires. Les deux sites sont particulièrement intéressants pour les écosystèmes palustres (bas-marais, bois tourbeux, tourbières...) qu'ils renferment. Des espèces telles que le Triton crêté et le Murin à oreilles échanquées sont également à l'origine de la désignation de ces sites.



Localisation du site FR1100803 et FR1100796 par rapport à la Ligne 18

Ces sites sont intégralement inclus dans la ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches » (hormis une faible surface du site « Tourbières et prairies tourbeuses de la forêt d'Yvelines »). **L'analyse des incidences menées précédemment sur les risques suivants est donc identiques pour les sites « Tourbières et prairies tourbeuse de la forêt d'Yvelines » et « Forêt de Rambouillet »:**

- Risque de modifications hydrogéologiques ;
- Risque de modifications hydrologiques.

Analyse des incidences indirectes du projet sur ces sites en phase chantier

- **Dérangement des espèces liées aux nuisances sonores**

La distance au plus près entre le fuseau d'étude et les sites Natura 2000 est relativement importante (plus de 3 km), ces derniers ne sont pas affectés au regard du critère de distance. Aucune nuisance sonore n'est prévue sur le site Natura 2000 en phase travaux. Aucune mesure d'évitement et de réduction ne nécessite d'être mise en œuvre.

Analyse des incidences indirectes du projet sur ces sites en phase exploitation

- **Dérangement des espèces par augmentation de la fréquentation**

La gare la plus proche est située à plus de 4 km, l'augmentation de la fréquentation des sites liée à la réalisation de celle-ci est donc limitée. En effet, il est estimé qu'au-delà de 15 min de marche, correspondant en moyenne à 1,25 km, l'attractivité du parc par les transports en commun est faible. Le projet n'est donc **pas susceptible d'être à l'origine de dérangement lié à l'augmentation de la fréquentation** pour les espèces présentes sur les sites Natura 2000. **Aucune mesure d'évitement et de réduction ne nécessite d'être mise en œuvre.**

- **Risque de rupture des continuités écologiques – Risque de collision d'individus au droit du viaduc**

Le projet traverse des zones agricoles et longe le golf national de Guyancourt en viaduc. Ces milieux sont peu attractifs pour le Murin à oreilles échancrée, à l'origine de la désignation du site parmi d'autres espèces, qui recherche davantage des milieux forestiers. Le risque de collision pour cette espèce est donc faible. **Aucune réduction de la fonctionnalité du site Natura 2000 liée au projet de la Ligne 18 est prévue.** Aucune mesure d'évitement et de réduction ne nécessite d'être mise en œuvre.

Synthèse des incidences et mesures concernant les sites Natura 2000 « Tourbières et prairies tourbeuse de la forêt d'Yvelines » et FR1100796 « Forêt de Rambouillet »

Le projet n'entre pas en contradiction avec le maintien des milieux et des espèces du site Natura 2000 dans la mesure où l'ensemble des milieux patrimoniaux et des espèces remarquables qui y résident seront conservés et ne sont pas susceptibles de subir d'impacts du projet en phase travaux et exploitation notamment en raison :

- de la distance relativement importante entre le site et le projet ;
- l'absence d'interaction du projet avec l'alimentation en eau des zones humides des sites Natura 2000 ;
- l'absence de milieux favorables au Murin à oreilles échancrée à proximité du viaduc.

Au regard de cette analyse, **le projet n'est pas susceptible d'affecter les sites Natura 2000 « Tourbières et prairies tourbeuse de la forêt d'Yvelines » et « Forêt de Rambouillet ».**

2.1.3. Synthèse des incidences et mesures concernant les sites Natura 2000

Le projet de métro, prévu en partie en souterrain et en partie en viaduc, ne prévoit pas d'implantation d'ouvrage, de gare ou de base de chantier au sein des sites Natura 2000. Il n'y a donc pas d'incidence directe, temporaire ou permanente, par effet d'emprise sur le réseau de site Natura 2000.

Des mesures d'évitement et de réduction vont être mises en œuvre pour limiter l'impact sonore et la pollution lumineuse liés à la présence du viaduc à proximité de la forêt de Port Royal. Des mesures pour éviter la modification des écoulements du réseau hydrographique, pouvant alimenter les milieux humides des sites Natura 2000 « Massif de Rambouillet et zones humides proches », « Tourbières et prairies tourbeuse de la forêt d'Yvelines » et « Forêt de Rambouillet », seront réalisées.

Les mesures de suivi à mettre en œuvre sont celles détaillées dans les chapitres relatifs aux eaux souterraines, à la faune-flore et au bruit.

Le projet n'est pas susceptible d'être de manière indirecte à la source de dérangement, de réduction de la fonctionnalité du territoire ou de dégradation des milieux **pouvant remettre en cause la présence des espèces ayant justifié la désignation des sites.**

Le projet n'induit aucune incidence résiduelle sur les sites Natura 2000.

Sites concernés	Type d'incidence	Mesures d'évitement et de réduction	Incidence résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Section Orly - Palaiseau	Aucun site Natura 2000 concerné	-	-	-	-	-
Section Palaiseau - Magny-les-Hameaux	<p>Phase chantier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dérangement des espèces présentes dans la forêt domaniale de Port Royal (bruit) - Modifications hydrologiques (eaux superficielles) pouvant modifier l'alimentation des milieux humides du site Natura 2000 «Massif de Rambouillet et zones humides proches ». <p>Phase d'exploitation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dérangement des espèces présentes dans la forêt domaniale de Port Royal (bruit, pollution lumineuse) 	<p>Phase chantier :</p> <p><i>Idem volet bruit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Travail avec des éléments préfabriqués en vue de réduire la durée des chantiers et les impacts sur la circulation routière - Choix de sites proche d'axes routier important pour l'évacuation des déblais - choix de secteurs déjà impactés par le bruit (RN118, RD36, RD128 et RD306) <p><i>Idem volet eaux superficielles</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation d'aires de chantier d'emprises compatibles avec le réseau hydrographique superficiel - Utilisation de dispositions constructives de moindre emprise, notamment concernant le viaduc. - Transparence hydraulique des aires de chantier vis-à-vis des cours d'eau, étangs, rigoles - Mise en place de fossés longitudinaux interceptant les ruissellements extérieurs au projet. Ces fossés assureront la transparence hydraulique de la Ligne 18 vis-à-vis des ruissellements superficiels - durée des travaux et bases chantier le long de la forêt de Port Royal réduite au maximum <p>Phase exploitation</p> <p><i>Idem volet bruit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Intégration de la ligne le long de la RD36 - Intégration de la ligne en zone agricole et éloignée des riverains d'au moins 100m - Réduction de la vitesse sur certains tronçons - Choix du matériel roulant et des équipements de voies les moins bruyants, etc. - Muret périphérique... - Absence d'éclairage du viaduc sur le secteur longeant la forêt de Port Royal. 	Null	-	<p>Phase chantier</p> <p><i>Idem volet bruit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de supports de communication adaptés - Présence d'agents de proximité sur les chantiers - Au besoin : monitoring pour les chantiers les plus sensibles <p><i>Idem volet eaux superficielles</i></p> <p>Suivi et entretien régulier des dispositifs</p> <p>Phase exploitation</p> <p><i>Idem volet bruit</i></p> <p>Mesures in situ du niveau de bruit</p>	<p>Phase chantier</p> <p><i>Idem volet bruit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesures d'évitement : intégré au coût global des travaux - Silencieux : De 800 à 4 000 euros l'unité - Antivibratiles : Dépend de la performance souhaitée, à partir de 30 euros / plot anti-vibratile - Plan de communication et monitoring éventuel : Intégré au coût des travaux <p><i>Idem volet eaux superficielles</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fossé longitudinal provisoire de collecte : 2 à 3 €HT par ml - Coût des ouvrages assurant la transparence hydraulique intégré au coût des travaux <p>Phase exploitation</p> <p><i>Idem volet bruit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesures d'évitement : intégré au coût global des travaux - Silencieux : De 800 euros à l'unité pour des petits silencieux jusqu'à plusieurs dizaines de milliers d'euros pour un silencieux de puits de ventilation. (le coût est très variable selon la taille de la section et la longueur des baffles) - Antivibratiles : Dépend de la performance souhaitée, à partir de 30 euros / plot anti-vibratile

	<p>Phase chantier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modification hydrologiques pouvant modifier l'alimentation des milieux humides des sites Natura 2000 « Tourbières et prairies tourbeuse de la forêt d'Yvelines » et « Forêt de Rambouillet ». <p>Phase d'exploitation : Aucune incidence</p>	<p>Phase chantier</p> <p><i>Idem volet eaux superficielles</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation d'aires de chantier d'emprises compatibles avec le réseau hydrographique superficiel - Utilisation de dispositions constructives de moindre emprise, notamment concernant le viaduc. - Transparence hydraulique des aires de chantier vis-à-vis des cours d'eau, étangs, rigoles - Mise en place de fossés longitudinaux interceptant les ruissellements extérieurs au projet. Ces fossés assureront la transparence hydraulique de la Ligne 18 vis-à-vis des ruissellements superficiels <p>Phase exploitation</p>	Nulle	-	<p>Phase chantier</p> <p><i>Idem volet eaux superficielles</i> Suivi et entretien régulier des dispositifs</p>	<p>Phase chantier</p> <p><i>Idem volet eaux superficielles</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fossé longitudinaux provisoire de collecte : 2 à 3 €HT par ml - Coût des ouvrages assurant la transparence hydraulique intégré au coût des travaux
Section Magny-les-Hameaux - Versailles	Aucune incidence directe ou indirecte sur le site Natura 2000 ZPS « Etang de Saint-Quentin	-	-	-	-	-

2.2. Faune, flore milieux naturels

Ce chapitre traite spécifiquement des impacts et mesures liées au volet faune, flore et milieux naturels. Les impacts et mesures des zones humides et des continuités écologiques sont traités dans les chapitres distincts dédiés ainsi que l'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000.

Dans le cas particulier des infrastructures de transports ciblées par l'article R. 122-5.-III du CE, l'étude d'impact comprend une analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers portant notamment sur la consommation des espaces agricoles, naturels ou forestiers induits par le projet, en fonction de l'ampleur des travaux prévisibles et de la sensibilité des milieux concernés.

L'analyse d'impact sur la thématique « milieu naturel » traite donc de la consommation de ces espaces par le projet et précise, dans la mesure du possible, les conséquences prévisibles liées à une urbanisation future inhérente au projet ainsi que les mesures à mettre en place

2.2.1. Rappel des enjeux liés à la faune, la flore et les milieux naturels

L'analyse de la bibliographie et les repérages de terrain ont permis d'identifier plusieurs secteurs très localisés présentant un enjeu écologique sur le fuseau d'étude.

Secteurs concernés	Niveau d'enjeu
Section Orly - Palaiseau	Milieux principalement ouverts et agricole accueillant quelques espèces d'intérêt à l'échelle de l'Ile-de-France Les principaux sites à enjeux sont la plaine de Montjean jusqu'à Morangis et les friches existantes en bord de parcelle.
Section Palaiseau – Magny-les-Hameaux	Mosaïque de milieu porteur d'enjeu fort au regard des espèces patrimoniales et protégées inféodées à ce type de milieu (mares, mouillères, accotements, friches sèches, boisements) Les principaux sites à enjeux sont les suivants : Forêt domaniale de Palaiseau, rigole des Granges, ZAC QOX avec le bois de la Croix de Villebois, la rigole de Corbeville ainsi que des friches comme celles présentes au niveau du CEA ou encore les zones de mouillères présentes sur le plateau agricole.
Section Magny-les-Hameaux - Versailles	Mosaïque de milieu porteur d'enjeu fort au regard des espèces patrimoniales et protégées inféodées à ce type de milieu (diversité des peuplements boisés, ru sous couvert boisé) Les principaux sites à enjeux sont la vallée de la Bièvre avec ces nombreux étangs et habitats boisés et humides en bon état de conservation.

2.2.2. Méthodologie retenue dans l'analyse des impacts et la définition de mesures

2.2.2.1 Type d'impacts potentiels

Chaque impact est caractérisé selon son type (direct, indirect) et sa durée (temporaire, permanent).

Un projet peut présenter deux types d'impacts sur les milieux naturels :

- **des impacts directs** : ils se définissent par une interaction directe du projet avec une espèce ou un habitat naturel.
- **des impacts indirects** : ils se définissent comme les conséquences secondaires liées aux impacts directs du projet et peuvent également se révéler négatifs ou positifs.

A cela s'ajoute le fait qu'un impact peut se révéler temporaire ou permanent :

- l'**impact** est **temporaire** lorsque ses effets ne se font ressentir que durant une période donnée (la phase chantier par exemple) ;
- l'**impact** est **pérenne** dès lors qu'il persiste dans le temps et peut demeurer immuable.

2.2.2.2 Evaluation des niveaux d'impacts

La quantification de l'impact du projet sur une espèce ou un groupe d'espèces est obtenue par le croisement de plusieurs ensembles d'informations (lorsque celles-ci sont disponibles) :

- La **sensibilité générale de l'espèce** (ou du groupe d'espèces) au type d'aménagement en question, définie au moyen de l'expérience de terrain des experts de Biotope et des informations issues de la bibliographie ;
- Les **éléments propres au site** (abondance locale de l'espèce sur site, localisation, utilisation des milieux...) **et au projet** (mesures de réduction d'impact) pouvant avoir une influence sur le risque de destruction ou de dégradation ;
- La **valeur patrimoniale des espèces**.

Si l'espèce ou le groupe d'espèce est concerné par l'impact considéré, celui-ci peut alors être de niveau faible, modéré, fort voire très fort en fonction des critères énoncés précédemment.

Dans le cadre de cette étude, les **impacts de niveaux « modéré » et « fort » sont considérés comme « notables »** au sens de l'article R122-5 alinéa 7° du code de l'environnement, c'est-à-dire **de nature à déclencher une démarche de compensation**.

2.2.2.3 La démarche Eviter, Réduire, Compenser (ERC) et l'équivalence écologique

La définition des mesures a suivi les recommandations de l'Autorité Environnementale dans ses différents avis concernant les lignes de métro automatique du Grand Paris Express.

Une attention particulière a été portée au bon suivi de la démarche suivante :

- D'abord, mettre en place des mesures d'évitement des impacts (adaptation des emprises, ajustement temporel des dates de démarrage des travaux etc...) ;

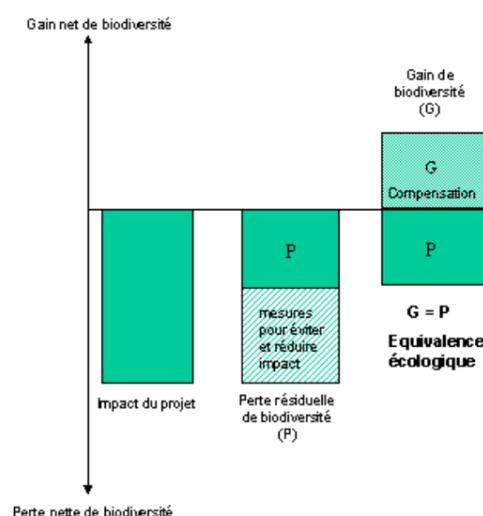
- Ensuite, mettre en place des mesures de réduction des impacts qu'il n'aurait pas été possible d'éviter ;
- Enfin, mettre en place des mesures de compensation des impacts qu'il n'aurait pas été possible d'éviter ou de réduire. Ces impacts sont dits résiduels et déclenchent le passage aux mesures compensatoires.

L'insertion environnementale du projet est donc conçue selon un triptyque de mesures graduées.

L'existence d'impacts sur la faune, la flore et les milieux naturels, sur la Ligne 18, nécessite que la Société du Grand Paris mette en place la démarche Eviter, Réduire, Compenser pour son projet. Cela se traduit au niveau de cette présente étude d'impact (dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique) et des dossiers réglementaires à venir par :

- Dans un premier temps, mettre en place des **mesures d'évitement** des impacts (adaptation de la conception et des emprises, ajustement temporel des dates de démarrage des travaux etc....) ;
- Ensuite, mettre en place des **mesures de réduction** des impacts qu'il n'aurait pas été possible d'éviter ;
- Enfin, mettre en place des **mesures de compensation** des impacts qu'il n'aurait pas été possible d'éviter ou de réduire. Ces impacts sont dits résiduels et déclenchent le passage aux mesures compensatoires.

La séquence « ERC », telle qu'elle est illustrée ci-dessous, met en évidence deux aspects fondamentaux. D'abord que l'impact doit être considéré comme une perte de biodiversité (P). Ensuite que la compensation, si l'objectif est celui de *pas-de-perte-nette* de biodiversité, doit générer un gain (G) égal ou supérieur à la perte. L'exigence d'équivalence écologique ainsi formulé est donc celle d'une compensation où $G \geq P$.



P = pertes de biodiversité dues aux impacts résiduels d'un projet. G = gains de biodiversité obtenus par une action de compensation. L'équivalence écologique suppose que $P \leq G$.

Schéma conceptuel de la séquence éviter / réduire / compenser (BIOTOPE)

2.2.2.4 La démarche retenue pour l'analyse des impacts et mesures des secteurs d'aménagement

L'analyse des impacts traite des espèces avérées sur le fuseau d'étude ainsi que des espèces considérées comme potentielles, qualifiées selon les critères suivants :

- il est fait mention de sa présence dans une source bibliographique fiable et récente (moins de 5 ans) ;
- l'espèce est connue sur des territoires géographiques proches ;
- l'aire d'étude dispose de milieux adaptés à son écologie.

Par conséquent, une espèce potentielle est une espèce non inventoriée dont il n'est pas possible d'écarter définitivement la présence. L'intégration d'une espèce potentielle dans l'analyse d'impact est effective lorsque sa localisation précise était connue.

L'analyse des impacts se base sur l'état initial produit en pièce G.1 et intègre les futurs projets d'aménagement en terme de planification afin d'assurer une cohérence temporelle et spatiale entre les projets.

Par ailleurs, la **ZAC Polytechnique** (ZAC QOX) fait l'objet de suivis environnementaux depuis 2013 et chaque année dans le cadre de l'application de l'arrêté n°2010/DRIEE/132 portant dérogation à l'interdiction d'atteinte à plusieurs espèces protégées et de l'arrêté n°2013.PREF.DRCL/BEAPFI/SSPILL/479 autorisant le projet de création de ZAC du Quartier de l'Ecole Polytechnique. Ces suivis ont été intégrés dans l'analyse d'impact et les contraintes liées aux projets sur le plateau de Saclay également.

2.2.3. Habitats naturels et semi-naturels

2.2.3.1 Rappel des enjeux liés aux habitats naturels et semi-naturels

Les expertises de terrain ont mis en évidence la présence d'habitats présentant globalement un intérêt faible à modéré à l'échelle du fuseau d'étude, en raison du contexte urbanisé sur les sections Aéroport d'Orly - Palaiseau et Magny-les-Hameaux - Versailles Chantiers et du fort impact de l'Homme sur les milieux (eutrophisation, cultures intensives, tontes très fréquente des pelouses, etc.). Les habitats les plus intéressants se localisent au niveau des mares et mouillères du plateau de Saclay ainsi qu'au niveau des boisements riverains des vallées de la Mérantaise et de la Bièvre.

Par ailleurs, de nombreux projets d'aménagement sont présents au niveau du plateau de Saclay et tendent à urbaniser les secteurs d'implantation du futur métro automatique qui s'insère au niveau de zones d'activités existantes ou futures.

2.2.3.2 Impacts et mesures du projet sur les habitats naturels et semi-naturels en phase chantier

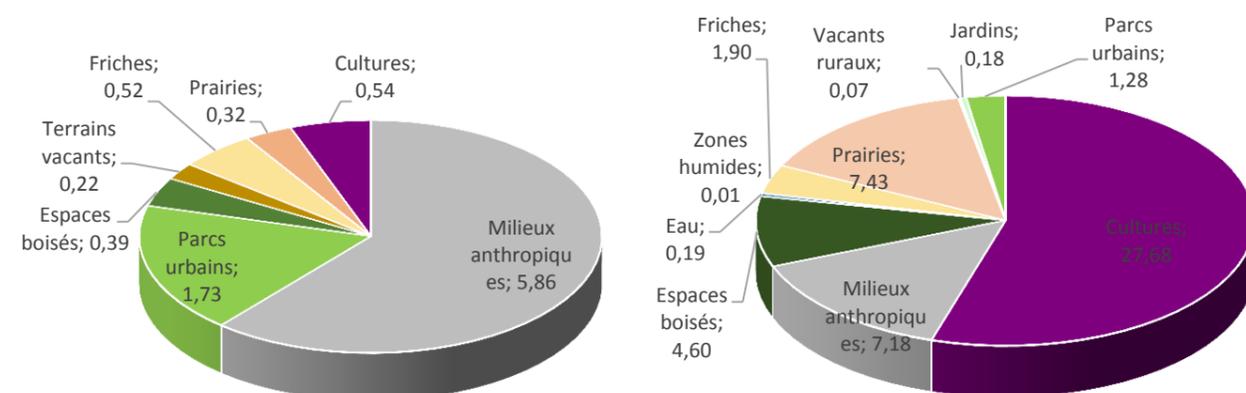
• **Risque de dégradation voire destruction des habitats naturels et semi-naturels**

En phase chantier, près de 70 ha seront investis par les emprises chantier. Cela concerne 60ha pour la section aérienne et environ 10 ha pour les sections souterraines.

Au niveau des sections souterraines, les aménagements prévus dans le cadre du projet de la Ligne 18 du Grand Paris Express sont principalement localisés en contexte urbain.

Seuls des habitats sans enjeu de conservation seront impactés par les emprises chantier (parcs urbains, friches herbacées et arbustives, alignement d'arbres, bords de cultures).

Au niveau de la section aérienne, quelques habitats qui présentent un intérêt pour leur caractère humide sont perturbés par la mise en place de la base chantier. Il s'agit notamment des roselières et mégaphorbiaie au niveau de la rigole de Corbeville, des roselières et végétations de vases exondées à Bidents au niveau de la friche du CEA. Les autres habitats impactés sont des cultures, de habitats anthropique ou des friches et fourrés.

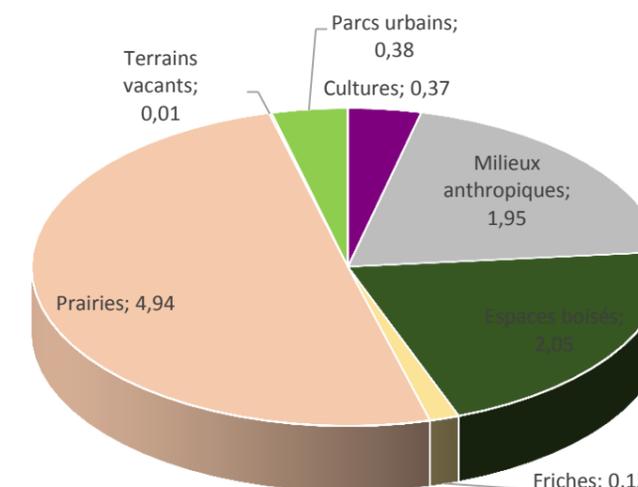


sections souterraines

section aérienne

Type de milieu et surface impactée (en ha) par le projet en phase chantier (temporairement) sur la base du MOS/ECOMOS, 2008

En phase d'exploitation, un peu moins de 10 ha seront investis par les emprises permanentes des émergences (gares, ouvrages annexes, site de maintenance,...).



Type de milieu et surface impactée (en ha) par le projet en phase chantier (temporairement) sur la base du MOS/ECOMOS, 2008

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

• **Limitation des emprises chantier :**

Afin de réduire les risques d'impacts sur les habitats naturels et semi-naturels en présence, les emprises chantiers font l'objet d'une demande de dimensionnement minimal dans les études de conception.

Malgré le faible enjeu de conservation des milieux, des mesures de précaution seront mises en œuvre pour éviter toutes extensions des emprises chantier. Pour cela, la zone de chantier sera délimitée par la mise en place de barrières.

• **Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville :**

Afin de limiter les impacts du chantier sur la rigole de Corbeville et ses milieux, deux ouvrages de franchissement seront installés au niveau des passages sur la rigole si nécessaire.

La traversée du cours d'eau se fera perpendiculairement à celui-ci afin de réduire le linéaire de berges touché par les travaux.

Dans ce contexte, les ouvrages préconisés pour cette mesure sont un mini-pont avec une arche en acier galvanisé ou une demi-buse provisoire le temps du chantier. Les buses rondes seront évitées puisque leur installation nécessite d'intervenir sur le lit du ruisseau. L'objectif de cette mesure est bien de ne pas toucher au fond de la rigole (notamment par rapport à la faune dont le détail est précisé dans la partie respective aux amphibiens et insectes).

Ces ouvrages, généralement utilisés dans le cadre de travaux forestiers, supportent des poids d'environ 5T/essieux.



De gauche à droite, les passages les mieux adaptés pour la traversée des engins au niveau de la rigole de Corbeville (CC Gorges des Hautes Dordogne)

• **Conservation de la végétation rivulaire lors du franchissement de la rigole de Corbeville :**

L'objectif est de limiter la destruction de larves d'insectes et de têtards d'amphibiens liés à la destruction de la végétation rivulaire et faciliter ainsi la reprise de la végétation après travaux. Cette mesure concerne les abords de la rigole de Corbeville.

Le maintien de la végétation des berges permet indirectement de réduire l'impact sur la destruction des larves et têtards qui s'y développent. En effet, les larves de Cordulégastre annelé présentent des cycles de développement de 2 à 3 ans et trouvent des abris favorables les ruisseaux à fond sableux résistant bien aux crues et au courant. Conserver au maximum la végétation rivulaire en bordure de cours d'eau permet de réduire le risque de mortalité des larves qui sont « délogées » par la mise en place d'un mini-pont et de conserver la végétation riveraine, véritable « refuge ».

Au-delà de la conservation maximale de la végétation rivulaire, tout dépôt de terre sur la végétation riveraine du cours d'eau de la zone de servitude existante sera proscrit.

Les tronçons de berge non impactés seront balisés durant les travaux de mise en souille pour éviter les dépôts de terre.

• **Nettoyage régulier des abords du chantier :**

Afin d'éviter des impacts indirects sur le milieu naturel par pollution accidentelle, toutes les précautions seront prises pour éviter la pollution des eaux du fait des engins de chantiers (le nettoyage et le stockage des engins se feront à l'écart du cours d'eau), et par mise en suspension de sédiments (chantier imperméable avec des barrières).

Les abords du chantier seront nettoyés. Le cas échéant, les déblais stockés temporairement seront aplanis pour éviter tout glissement vers le cours d'eau et la constitution de rehaussement de berges. Les matériaux en trop seront évacués vers un site adapté.

L'enlèvement de ce dispositif se fera de manière à limiter la mise en suspension des fines dans le cours d'eau. Après enlèvement des ouvrages, les berges seront reconstituées dans leurs formes et natures (pente, végétalisation, etc.).

Remise en état du site :

Une remise en état des sols sera effectuée après la fin du chantier afin de limiter dans le temps l'effet d'emprise.

ETUDE A VENIR

Un dossier de demande d'autorisation de défrichement sera réalisé en amont des travaux de la Ligne 18 au regard du caractère boisé des milieux selon les critères du code forestier.

En effet, le projet impacterait moins de 5 ha sur l'ensemble du projet dont plus de la moitié s'effectue au niveau du boisement de la Croix de Villebois au nord de la ZAC QOX.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation voire destruction (impact direct, permanent et à court terme) sur les habitats naturels au sens large d'une part, et sur les habitats naturels patrimoniaux d'autre part; est donc considéré comme faible sur l'ensemble de la Ligne 18.

Aucune mesure de compensation ne sera donc mise en œuvre.

• **Risque de dégradation des habitats naturels et semi-naturels par propagation d'espèces végétales invasives**

Dix-neuf espèces végétales d'origine exotique ont été recensées sur le fuseau d'étude notamment au niveau des zones de friche urbaine et de zones dégradées (travaux). Les différentes espèces sont présentées et localisées dans la pièce G1.

Parmi ces espèces, de nombreuses présentent une dynamique végétative moyenne à forte et sont à l'origine d'un impact important sur les populations et les communautés végétales envahies. La Renouée du Japon et le Robinier faux-acacia sont les espèces présentant le plus fort enjeu dans le fuseau d'étude. Les autres espèces présentes sur les emprises chantiers ont une dynamique végétale moindre.

Cinq espèces invasives sont localisées au sein des emprises chantier :

Espèces	Sites concernés	Dynamique végétale
Vergerette du Canada	gare Antonypôle	Faible
	gare Palaiseau	Forte
Sainfoin d'Espagne	OA 12	non renseignée
	OA 12	Forte
Robinier faux-acacia	Tranchée ouverte à Palaiseau et SMR	Faible
	Gare Versailles Chantiers	Faible
Fraisier des Indes	OA 13	Faible
Solidage géant	Tranchée couverte à Palaiseau	non renseignée

L'emprise chantier de l'OA 12 est particulièrement sensible aux espèces exotiques envahissantes puisque trois autres plants sont identifiés à proximité immédiate : Aster lancéolé, Séneçon du Cap, Solidage du Canada.

Les emprises chantiers du viaduc sont également particulièrement sensibles à la propagation d'espèces exotiques envahissantes présentes à proximité, comme la Vergerette du Canada. En effet, la mise à nue de sol particulièrement riche (bords de route ou zone agricole riche en azote) est favorable à la dispersion de ces espèces reconnues pour être particulièrement pionnières sur les milieux dégradés.

Le défrichage et le décapage des premières couches du sol au sein des emprises chantier identifiées présentent ainsi des risques de dissémination des espèces végétales invasives précitées et par extension un risque de dégradation des habitats naturels à proximité si aucune mesure n'est mise en œuvre.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

La présence de nombreuses espèces invasives au sein des emprises chantiers des ouvrages du projet ou à proximité témoigne d'une dégradation de certains habitats où les espèces à forte dynamique de dispersion sont alors favorisées. Afin d'éviter au maximum l'introduction et la dispersion des espèces invasives identifiées, des mesures appropriées seront mises en œuvre.

Il est envisagé, et cela sera confirmé à l'avancement de la définition du projet, **avant le démarrage des travaux**, un repérage spécifique des espèces invasives. En effet, la dynamique de ces espèces nécessite une mise à jour de la connaissance de leur localisation. Lors de cette visite de terrain, les espèces invasives pourront être cartographiées voire marquées *in situ*. Les stations les plus localisées seront éradiquées ou à défaut, gérées selon les modalités préconisées. Celles susceptibles d'être favorisées par le chantier et dont la destruction ne pourrait être conduite en intégralité seront isolées.

Plus spécifiquement, la gestion du Robinier en phase chantier est importante car son élimination est difficile puisque la coupe conduit à des rejets de souche et drageonnement très actifs. Après le défrichage, il est conseillé de dessoucher les troncs présents sur les emprises chantiers afin d'éviter les risques de dissémination.

De plus, le Solidage géant colonise principalement les milieux rudéralisés comme les remblais, les friches ou les milieux en déprise agricole. Il est conseillé de contrôler le développement de cette invasive avant la mise en place de la base chantier. Pour cela, une fauche avec ramassage pendant ou juste avant la floraison permet d'arrêter l'extension des solidages. Cette gestion interviendrait de manière anticipée en amont de la mise en place du chantier de manière à limiter la dispersion des graines et limiter la dynamique invasive de l'espèce.

Concernant la Vergerette du Canada, qui préfère les sols riches en azote qui colonise abondamment les bords de route, voies ferrées et les terres agricoles à l'abandon, la seule préconisation de gestion de l'espèce avant la mise en place de la base chantier qui peut être formulée est de mettre en place des actions mécaniques du sol et d'utiliser des procédés de ralentissement de la germination (fauche avec ramassage) si nécessaire.

Enfin, les autres plantes présentent des dynamiques de végétation assez faibles et pourront être traitées au cas par cas si leur présence est toujours avérée avant la mise en place du chantier.

En phase travaux, les produits de défrichage et de décapage seront exportés vers une filière adaptée, filière de valorisation énergétique essentiellement, afin de subir un traitement permettant la destruction de l'ensemble des parties de dissémination et de reproduction de l'espèce (propagules). Par ailleurs, ces produits seront transportés en bennes étanches bâchées et des mesures prophylactiques spécifiques (nettoyage du matériel et des engins, en particulier les godets, roues, chenilles, etc.) seront mises en œuvre afin d'éviter la propagation des espèces invasives.

Les surfaces mises à nu seront à revégétaliser rapidement à l'aide de semences d'espèces locales pour éviter une nouvelle expansion des espèces végétales invasives.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation des habitats naturels et semi-naturels dû à la propagation d'espèces végétales invasives (impact indirect, permanent et à moyen terme) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne sera donc mise en œuvre.

2.2.3.3 Synthèse des impacts et mesures sur les habitats naturels et semi-naturels

Les habitats impactés par le projet de la Ligne 18 ne présentent pas d'enjeu de conservation fort. Seul un balisage des emprises chantier sera donc réalisé afin d'éviter son extension. Toutefois, la forte présence d'espèces végétales invasives au droit des emprises chantier constitue une vigilance à apporter en phase chantier puis en remise en état des sites. Des mesures spécifiques seront donc mises en œuvre afin d'éviter leur propagation.

Elément projet	Eléments naturels concernés	Impacts	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
OA 1	Piste bétonnée au sein de l'Aéroport	Risque de dégradation voire destruction en phase chantier	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Balisage du chantier pour éviter son extension - Restauration des emprises chantier non concernées par des emprises définitives du projet - Repérage spécifique en amont au démarrage des travaux afin d'actualiser le diagnostic et piquetage des espèces invasives - Mesures nécessaires à l'évitement de la propagation des espèces invasives (gestion, suppression, déchets exportés vers une filière adaptées, revégétalisation rapide du sol, mesures prophylactiques) <p>Mesures spécifiques sur la section aérienne au niveau de la rigole de Corbeville :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville - Maintenir la végétalisation des berges au niveau du franchissement de la rigole de Corbeville <p><u>Suivi environnemental du chantier :</u> Repérage et piquetage des espèces invasives</p> <p><u>Etudes à venir :</u></p> <p>Dossier de demande d'autorisation de défrichement</p>	Impacts résiduels mineurs	<p>Aucune mesure de compensation nécessaire</p> <p>Compensation boisement à évaluer dans le dossier de demande d'autorisation de défrichement qui sera réalisé</p>
OA 2	Parking et bordure enherbée				
OA 3	Zone enherbée au sein de l'Aéroport				
OA 4	Champs cultivé				
OA 5	Champs cultivé				
OA 6	Champs cultivé				
OA 7	Friche, fourrés et boisement				
Gare Antony-pôle	Square urbain et bâtiment				
OA 8	Terrain en friche, fourrés et alignement de Peupliers				
Gare Massy Opéra	Parking, alignements d'arbres				
OA 9	Parc et centre de loisirs				
OA 10	Parc et parking de la Mairie				
OA 11	Espaces verts friche industrielle				
Gare Massy-Palaiseau	Voies ferrées et fourrés arbustifs au niveau des locaux techniques				
OA 12	Boisement rudéral, terrain en friche et lisières humides à grande herbe (mégaphorbiaie)				
OA 13	Square urbain				
OA 14	Terrain en friche				
Viaduc et gares associées SMR	Cultures, zones humides, friches, fourrés, zones de travaux				
Gare de Palaiseau					
Orsay-Gif					
CEA					
Poste de redressement					
OA 15	Bande enherbée				
OA 16	Parking et alignements d'arbres				
OA 17	Alignements d'arbres				
Gare Saint-Quentin Est	Alignements d'arbres et espaces verts				
OA 18	Friche				
OA 19	Non renseigné				
OA 20	Non renseigné				
OA 21	Voies bétonnées et alignements d'arbres				
Gare Satory	Friche industrielle				
OA 22	Bande enherbée et friche				
OA 23	Zone défrichée d'une Hêtraie-chênaie traitée en parc				
Gare Versailles Chantiers	Zone urbaine et alignements d'arbres				
OA 24	Alignements d'arbres				

Portfolio des milieux présents au niveau des éléments projet (©Biotope, SGP, 2014-2015)

OA 3



OA 4



OA 5



OA 6



Gare Antonypôle



OA 8



Gare Massy Opéra



OA 9



OA 10



OA 11



OA 12

OA 13

OA 14

Viaduc et SMR



Gare Palaiseau



Gare Orsay-Gif



Poste de Redressement



OA 15



OA 17



OA 18



Gare Saint-Quentin-Est



OA 19



OA 20



Gare de Satory



OA 22



OA 23



Gare de Versailles-Chantiers



OA 24



2.2.4. Flore

2.2.4.1 Rappel des enjeux liés à la flore

Les prospections de terrain menées depuis 2012 ainsi que la bibliographie très fournie mettent en évidence la présence d'enjeux forts sur le fuseau d'étude et plus particulièrement sur les mouillères du plateau de Saclay et la vallée de la Bièvre.

Les expertises ont permis d'identifier 21 espèces patrimoniales dont trois sont protégées. La présence d'espèces protégées peut constituer une contrainte réglementaire. Par ailleurs la bibliographie fournie sur le fuseau d'étude permet de localiser 45 espèces végétales patrimoniales dont 9 espèces protégées. Les espèces du CBNBP et des suivis écologiques de l'EPPS menés sur la ZAC QOX sont considérées comme potentielles et sont traitées dans l'analyse des impacts.

Pour mémoire, les espèces potentielles sont celles qui proviennent de source fiable, récente et dont la localisation précise est connue. Les autres espèces issues de la bibliographie ne remplissent pas ces critères.

2.2.4.2 Impacts et mesures du projet sur la flore en phase chantier

• **Risque de destruction de stations d'espèces végétales patrimoniales**

Sur les sections souterraines de la ligne 18, les expertises naturalistes menées par la SGP soulignent qu'aucune espèce patrimoniale ou protégée n'est impactée par les émergences d'ouvrages ou de gares.

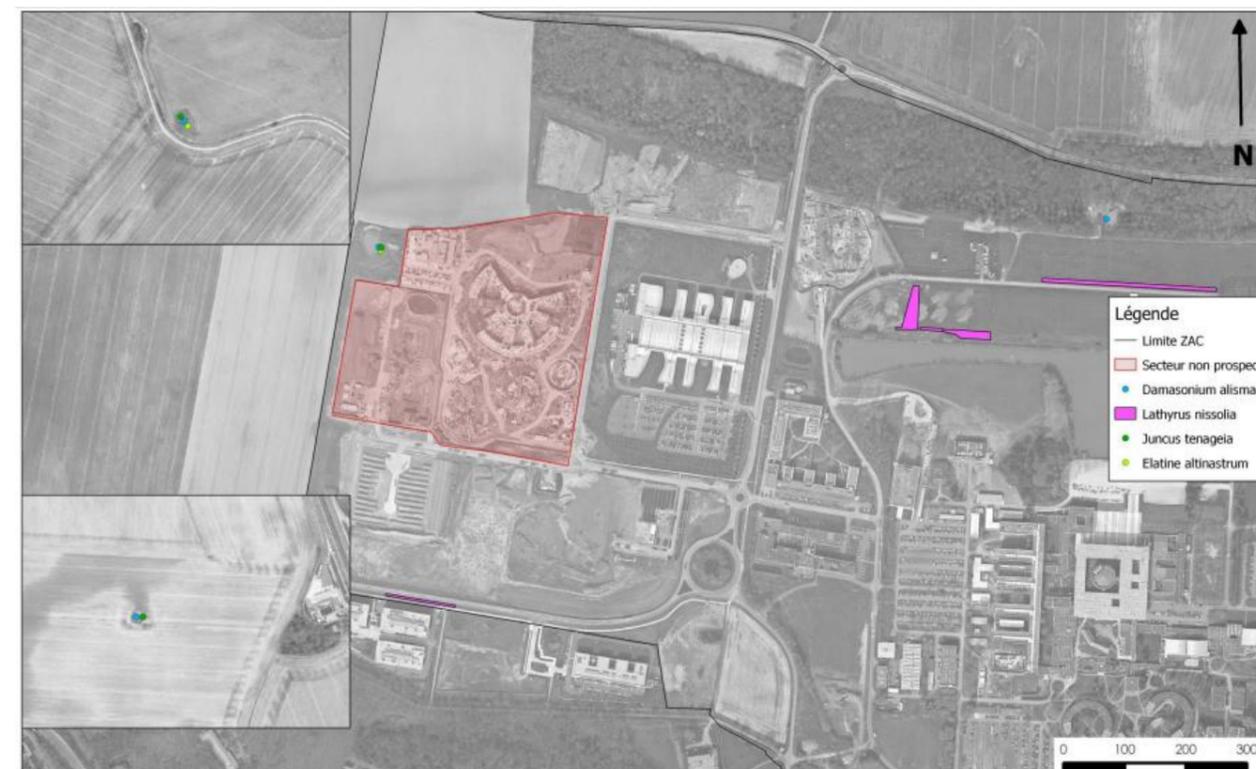
Sur la section aérienne, les expertises naturalistes menées par la SGP souligne que 7 espèces patrimoniales entrent en interaction directe avec les emprises chantiers du viaduc. Aucune espèce protégée n'est impactée par le projet.

Par ailleurs, **la ZAC QOX** fait l'objet de suivis environnementaux annuels depuis 2013 dans le cadre de l'application de l'arrêté n°2010/DRIEE/132 portant dérogation à l'interdiction d'atteinte à plusieurs espèces protégées et l'arrêté n°2013.PREF.DRCL/BEAPFI/SSPILL/479 autorisant le projet de création de ZAC du Quartier de l'Ecole Polytechnique.

Ce suivi souligne que quatre espèces n'ont plus été observées lors des suivis 2013 et 2014 : le Bident radié, le Myriophylle verticillé, la Ratoncule naine et l'Orobanche du thym.

En revanche, l'Etoile l'eau a été observée dans la mare du boisement de la croix de Villebois en 2014. Cette observation fait certainement état d'un déplacement d'une station d'Etoile d'eau dans le cadre des mesures prises par l'EPPS puisque les expertises menées par la SGP en 2014 n'ont pas révélées la présence de cette espèce. Cette espèce est considérée comme présente sur le site au regard des résultats de suivis de l'EPPS.

Suivis environnementaux floristiques sur la ZAC QOX (EPPS 2013, 2014)



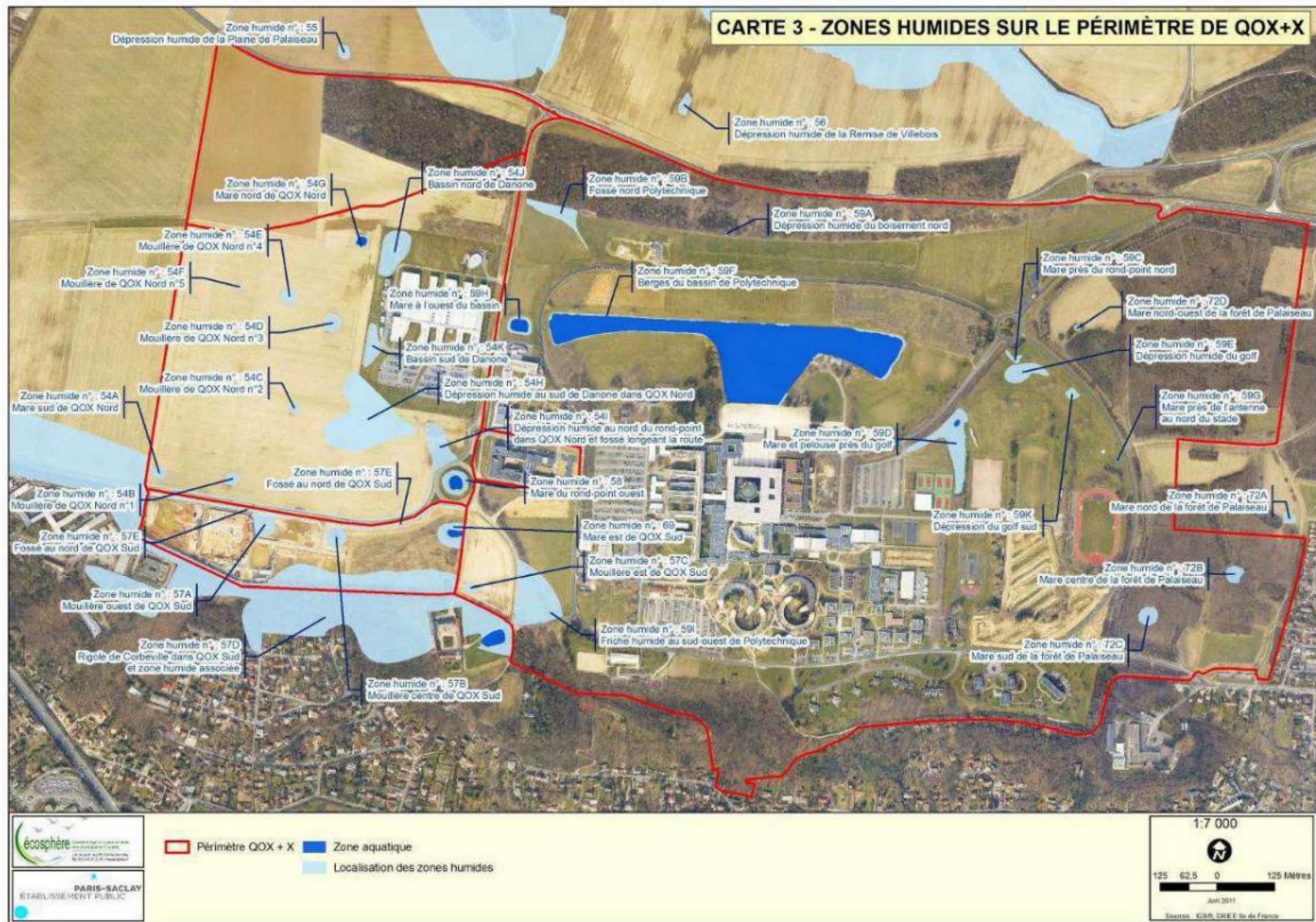
Les stations d'espèces patrimoniales et protégées présentes et potentielles à proximité immédiate des éléments et ouvrages du projet du périmètre de DUP (environ cinquante de mètres) sont récapitulées dans le tableau suivant (en gras : les espèces patrimoniales en interaction directe avec les emprises chantiers) :

Tableau bilan des espèces végétales patrimoniales ou protégées présentes sur ou à proximité du chantier

Localisation par rapport au projet	Espèces patrimoniales à moins de 50m des emprises projet (en gras celle qui sont présentes sur l'emprise chantier, en souligné les espèces protégées)
Au niveau de la mare du boisement de la Croix de Villebois	- Salicaire à feuilles d'hysope (BIOTOPE, 2014)
Au niveau de l'emprise du SMR	- Saule roux (EPPS 2011) – non revu lors des expertises 2014 par BIOTOPE
Au niveau du viaduc en sortie du boisement de la croix de Villebois (au nord de l'Ecole Polytechnique)	- Callitriche des eaux stagnantes (EPPS, 2011) - Scirpe des marais (EPPS, 2011) - Jonc des chaisiers (EPPS, 2011) - Orobanche du thym (EPPS, 2011 non revu lors des suivis en 2013 et 2014)) - Gesse de Nissole (CBNBP) - <u>Etoile d'eau</u> (suivi EPPS, 2014 mais non observé par BIOTOPE la même année)
Au niveau de la mare 59H (EPPS) à l'ouest du bassin de Polytechnique	- Scirpe des marais (EPPS, 2011) - Sauge des prés (EPPS, 2011) - Massette à feuilles étroites (EPPS, 2011)
Au niveau de la zone humide n°54C et 54H, à la sortie de la gare Palaiseau direction Versailles Chantiers (viaduc)	- Salicaire à pourpier d'eau (EPPS, 2011) - Salicaire à feuilles d'hysope (EPPS et BIOTOPE, 2014) - Plantain intermédiaire (EPPS, 2011)
A proximité immédiate de l'emprise chantier en direction de la zone humide 54I (jusqu'au rond-point)	- Plantain intermédiaire (EPPS, 2011) - Salicaire à feuilles d'hysope (EPPS, 2011) - Scirpe des marais (EPPS, 2011) - Salicaire à pourpier d'eau (EPPS, 2011) - Vulpin genouillé (EPPS, 2011) - Oenanthe aquatique (EPPS, 2011) - Etoile d'eau (EPPS, 2011) - Epiaire des champs (EPPS, 2011) - Renoncule sarde (EPPS, 2011) - Saule roux (EPPS, 2011)

Au nord de la gare Orsay-Gif	- Plantain intermédiaire (EPPS, 2011)
A proximité de la gare CEA	- Scirpe des marais (EPPS, 2011) - Salicaire à feuilles d'hysope (EPPS, 2011)
Au niveau de la remontée vers le CEA :	- Salicaire à feuilles d'hysope et à proximité immédiate de la Ratoncule naine (EPPS, 2011)
Au niveau de Châteaufort au sud des emprises du viaduc	- Renoncule sarde (EPPS, 2011)
Au niveau du rond-point la Perruche	- Jonc des chaisiers sur une zone de friche humide (EPPS, 2011)
Au niveau du Golf de Guyancourt	- Raiponce en épi (CBNBP, 2008) - Gesse de Nissole présent dans le golf (CBNBP, 2008)
De l'autre côté de la RD on évite	- Renoncule sarde (BIOTOPE, 2012) - Queue de souris naine (BIOTOPE, 2012) - <u>Cardamine impatiens</u> (BIOTOPE, 2012, 2014) - Epiaire des champs (BIOTOPE, 2014)

Dénomination et principes de localisation des mares, mouillères et zones humides sur la ZAC QOX (EPPS, 2012) – illustration à titre d'information



MESURES D'ÉVITEMENT

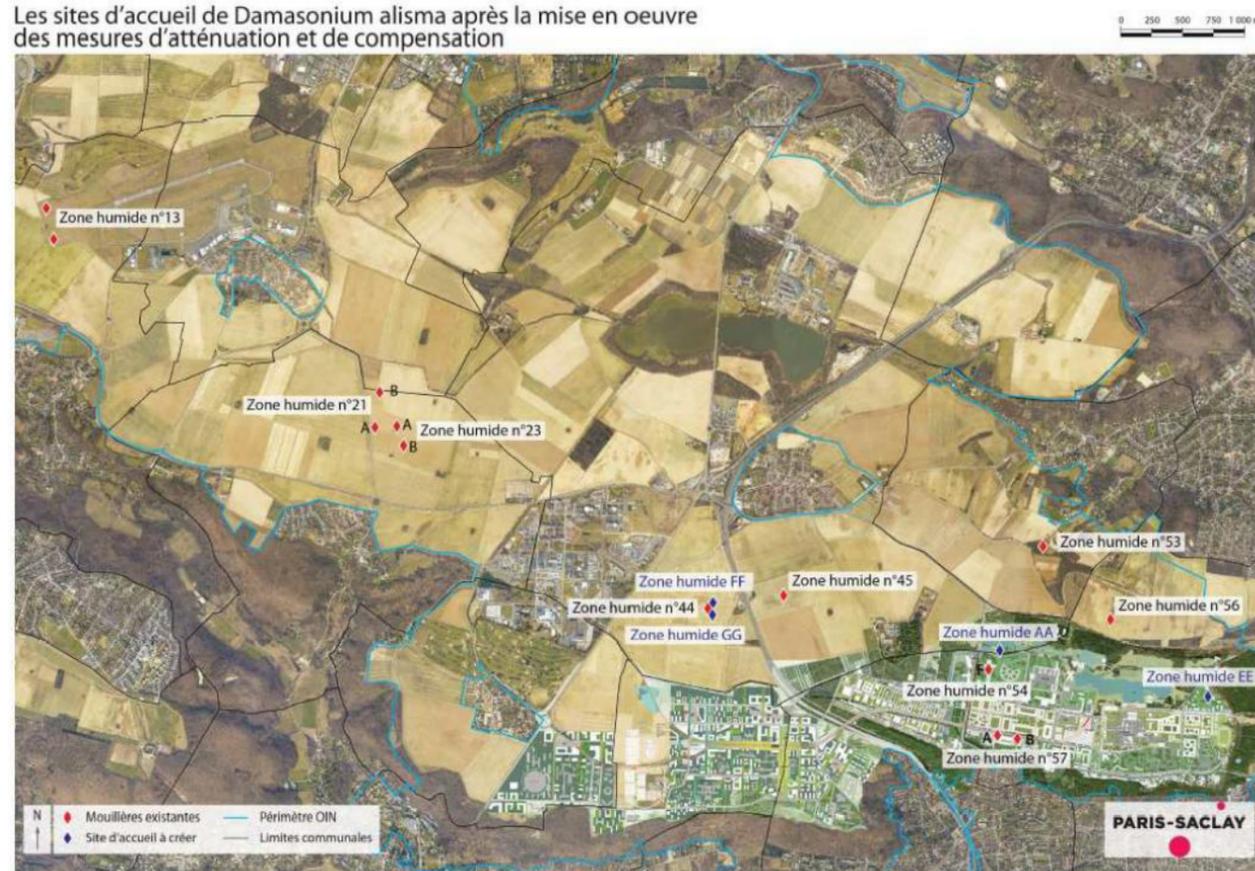
Etude de variantes de projet :

Au niveau des sections souterraines, aucune mesure d'évitement et de réduction n'est nécessaire puisqu'aucune espèce patrimoniale ou protégée n'est impactée au niveau des sections souterraines de La ligne 18.

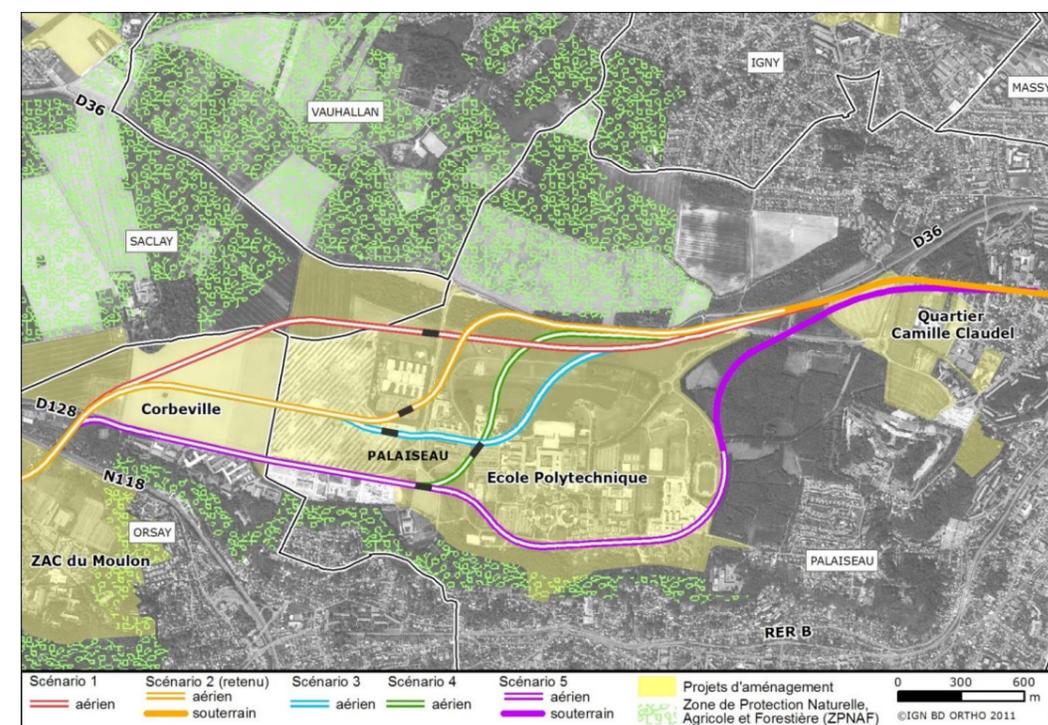
Au niveau du viaduc, le quartier de Polytechnique a fait l'objet d'une analyse fine des possibilités de variantes de tracé selon les critères techniques et environnementaux pour le maintien des activités (vibration et électromagnétisme vis-à-vis des laboratoires) dont notamment les enjeux écologiques avec la mise en place des travaux de la ZAC Polytechnique et des mesures correctives associées à ce projet. Le tracé de référence retenu permet d'éviter la zone AA (cf. carte ci-dessous), site d'accueil pressenti (au niveau du tracé nord), pour transplanter l'Etoile d'eau dans le cadre des mesures de compensations de la ZAC Polytechnique.

Principe de localisation des sites de compensation pour l'Etoile d'eau dans le cadre du projet de la ZAC Polytechnique (EPPS, 2012)

Les sites d'accueil de *Damasonium alisma* après la mise en oeuvre des mesures d'atténuation et de compensation

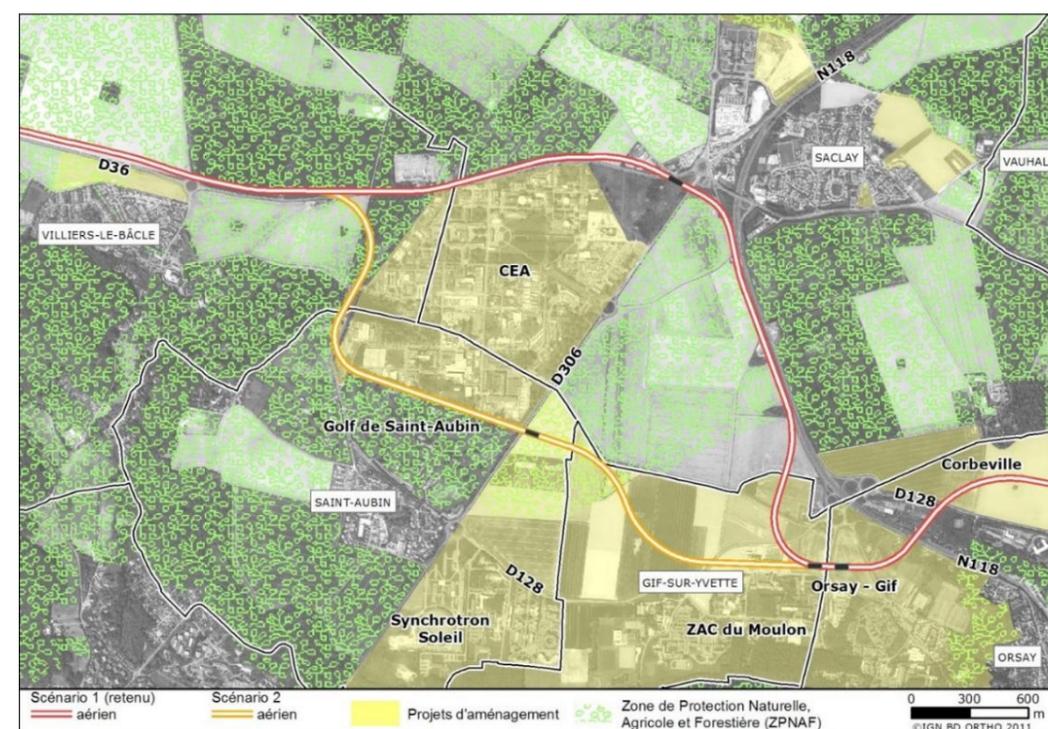


Variantes étudiées pour la desserte du quartier de l'Ecole Polytechnique



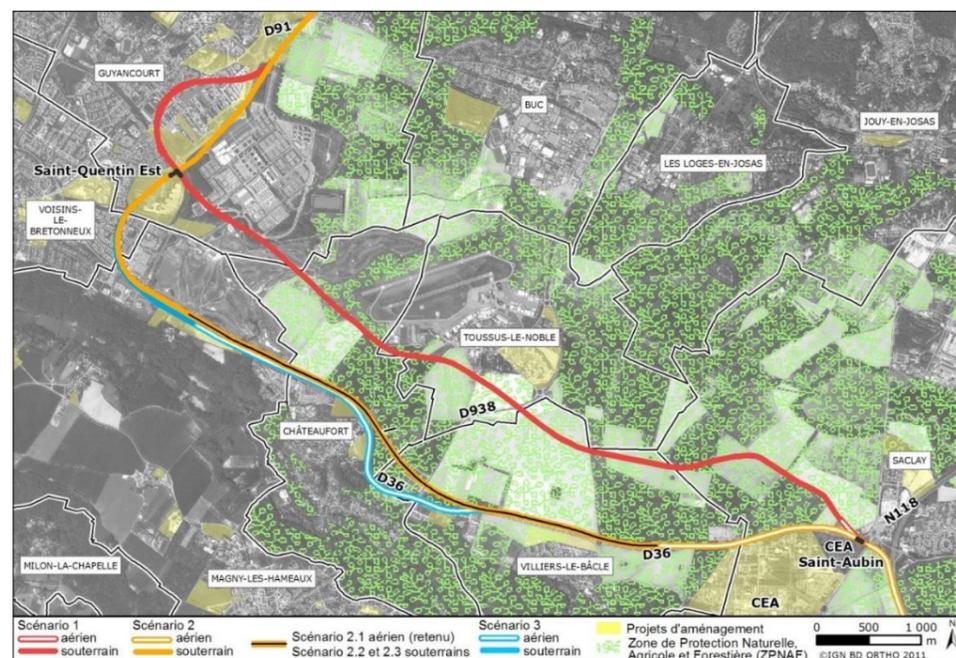
De la même manière, la desserte du CEA a été étudiée selon deux variantes. Le scénario retenu permet ainsi d'éviter le secteur ouest du CEA au niveau de l'étang de Villiers et une friche prairiale humide où sont connues 6 espèces végétales patrimoniales avec notamment une centaine de pieds de Menthe pouillot, très rare et en danger d'extinction en Ile-de-France.

Variantes étudiées pour la desserte du CEA



La section CEA – Guyancourt a également fait l'objet d'étude de variantes et le choix d'un tracé au nord de la RD 36 permet d'éviter l'impact sur les dizaines de pied de Cardamine impatientes, espèce protégée et quasi menacée en Ile-de-France. Le tracé retenu est celui de moindre coût puisque le tracé nord entraine également en interaction avec les mesures de compensation de l'Etoile d'eau dans le cadre du projet de la ZAC QOX.

Variantes étudiées sur la section CEA - Guyancourt



emprises chantiers permettent d'éviter la mare et de réduire ainsi les impacts à faibles à nuls sur les stations de flore patrimoniale.

- La **Salicaire à feuilles d'hysope** (EPPS, BIOTOPE) et la **Salicaire à pourpier d'eau** (EPPS) sont présentes sur la zone humide 54H où l'emprise chantier du viaduc s'installe, en sortie de gare Palaiseau. Au regard du projet de la ZAC QOX et du futur passage du TCSP, ces milieux seront impactés avant la mise en place du viaduc et font l'objet de mesures de réduction et de compensation dans le cadre des études menées par l'EPPS. Un décalage des emprises chantiers au nord de ce futur boulevard permettrait de maintenir les objectifs de l'EPPS sur la préservation des zones humides 54H et 54C.
- **La Raiponce en épi** (CBNBP, 2008) est présente sur la bordure du Golf national de Guyancourt où la base chantier du viaduc s'installe. Cette essence n'ayant pas été revue lors des expertises 2014, un passage de botaniste sera effectué spécifiquement sur ce site afin de préciser la présence ou l'absence de cette espèce.

Balisage des stations végétales patrimoniales et protégées

De plus, des mesures de précaution seront mises en œuvre pour conserver les stations d'espèces végétales situées à proximité immédiate (cf. le tableau en page précédente) de la zone chantier et limiter ainsi de tout risque d'altération des stations de flore durant le chantier. Pour cela, un passage d'écologue sur les secteurs accueillant une flore patrimoniale ou protégée sera effectué. Suite à ce passage, l'écologue évaluera la nécessité d'installer des barrières encadrant le chantier et les stations de flore patrimoniales ou protégées à proximité, et ce, au regard de la sensibilité des espèces au projet (distance, partie d'habitat impacté, etc.). Cette délimitation pourrait se faire à l'aide d'un système simple de type clôtures temporaires. Une cartographie de ces zones sera insérée au cahier des charges imposé aux entreprises pour prise de connaissance dans le cadre du respect de ces zones. Par ailleurs, et afin de sensibiliser les entreprises sur le terrain, des panneaux explicatifs pourront être installés sur les clôtures pour signifier l'intérêt de protéger ces zones.

MESURES DE REDUCTION

Limitation des emprises chantier

Malgré l'intégration des enjeux écologiques dès les études préliminaires de la ligne 18, 7 espèces sont incluses dans les emprises chantiers définies à ce stade du projet. Les impacts par effet d'emprise chantier temporaires sont aujourd'hui maximisés :

- Le **Saule roux** (EPPS) risque d'être totalement détruit par l'installation du site de maintenance. La destruction de cette espèce, assez commune en Ile-de-France, représente un impact faible. Cette conclusion est toutefois à nuancer par le fait que les expertises menées par la SGP en 2014 ne soulignent pas la présence de l'espèce. Elle reste donc potentielle.
- La **Scirpe des marais** (EPPS), la **Sauge des prés** (EPPS) et la **Massette à feuilles étroites** (EPPS), sont toutes trois présentes au niveau de la mare existante 59H à l'ouest du bassin. Cette mare est presque entièrement incluse dans l'emprise chantier. Au regard des enjeux relatifs à la faune, la flore et aux zones humides évalués, les emprises chantiers seront travaillées en phase de conception afin d'assurer un décalage du chantier le long de la route. De plus, aucune pile ne sera installée aux alentours de la mare afin de limiter l'ampleur du chantier autour de la zone d'intérêt. Le déplacement de quelques mètres des

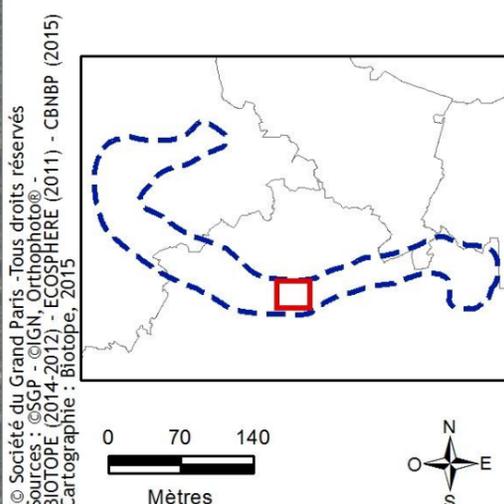
Exemple de mise en place d'un balisage et de panneaux d'information (© Biotope)



Carte de localisation des stations d'espèces végétales patrimoniales par rapport aux emprises chantier – Zoom sur la ZAC QOX
(source : EPPS – 2011, CBNBP, BIOTOPE -2014)



- Grand Paris Express**
Ligne 18 entre Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers
- Section aérienne en viaduc**
- Viaduc
 - Rampe
 - Tranchée Ouverte
 - Emprise chantier
 - Emergence
 - Emergence en viaduc
 - Fuseau d'étude
- Source**
- Espèces issues des expertises SGP – BIOTOPE (2014, 2012)
 - Espèces issues de la bibliographie Ecosphère (2011)
 - Espèces issues de la bibliographie CBNBP (2015)
- Statuts réglementaires**
- Espèces protégées
 - Espèces patrimoniales
- Niveau d'enjeu**
- Enjeu fort
 - Enjeu modéré
 - Enjeu faible



IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par destruction d'espèces végétales patrimoniales (impact direct, permanent et à court terme) est considéré comme faible pour le Saule roux dont l'enjeu de conservation est faible. Les autres stations de flore patrimoniale seront préservées grâce à un travail fin dans la continuité d'évitement de zones humides porteuses d'enjeu dans les futures études d'avant-projet.

L'impact est donc considéré comme faible pour la flore.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

MESURES DE SUIVI

Un suivi environnemental de chantier sera mis en œuvre au travers de la participation d'un écologue au besoin selon les phases de préparation des travaux, phase chantier et post-chantier afin de s'assurer de la prise en compte de ces aspects et du suivi des mesures définies.

En ce qui concerne la flore, ce suivi consisterait :

- Avant le démarrage des travaux : vérification de l'absence d'enjeu pour le groupe ;
- Définition des stations de flore situées à proximité du projet qui nécessiteront un balisage avec la mise en place de barrière ;
- Pendant les travaux : s'assurer de l'efficacité de la pose de barrière ;
- Après la phase de travaux : suivi des mesures.

2.2.4.3 Synthèse des impacts et mesures sur la flore

Elément projet	Eléments naturels concernés (en gras celle qui sont présentes sur l'emprise chantier, en souligné les espèces protégées)	Impacts	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
Au niveau de la mare du boisement de la Croix de Villebois	- Salicaire à feuilles d'hysope (BIOTOPE, 2014)			Nul à négligeable	
Au niveau de l'emprise du SMR	- Saule roux (EPPS)			Faible	
Au niveau du viaduc en sortie du boisement de la croix de Villebois (au nord de l'Ecole Polytechnique)	- Callitriche des eaux stagnantes (EPPS) - Scirpe des marais (EPPS) - Jonc des chaisiers (EPPS) - Orobanche du thym (EPPS) - Gesse de Nissole (CBNBP)				
Au niveau de la mare 59H (EPPS) à l'ouest du bassin de Polytechnique	- Scirpe des marais (EPPS) - Sauge des prés (EPPS) - Massette à feuilles étroites (EPPS)				
Au niveau de la zone humide n°54C et 54H, à la sortie de la gare Palaiseau direction Versailles Chantiers	- Salicaire à pourpier d'eau (EPPS) - Salicaire à feuilles d'hysope (EPPS et BIOTOPE, 2014) - Plantain intermédiaire (EPPS)				
A proximité immédiate de l'emprise chantier en direction de la zone humide 54I (jusqu'au rond-point)	- Plantain intermédiaire (EPPS) - Salicaire à feuilles d'hysope (EPPS) - Scirpe des marais (EPPS) - Salicaire à pourpier d'eau (EPPS) - Vulpin genouillé (EPPS) - Oenanthe aquatique (EPPS) - <u>Etoile d'eau</u> (EPPS) - Epiaire des champs (source) - Renoncule sarde (source) - Saule roux (EPPS)	<u>En phase chantier :</u> - Risque de destruction de stations d'espèces végétales patrimoniales	<u>Phase études et chantier</u> - Etude de variantes et choix du tracé le moins impactant - Balisage du chantier pour éviter son extension - Balisage des stations d'espèces végétales patrimoniales présentes à proximité du chantier (Cynoglosse officinale et Erigeron âcre) Mesure spécifique : - Optimisation des emprises et du tracé vers le nord du Boulevard aménagé pour le passage du TCSP au sud de la gare Palaiseau		Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre
Au nord de la gare Orsay-Gif	- Plantain intermédiaire (EPPS)				
A proximité de la gare CEA	- Scirpe des marais - Salicaire à feuilles d'hysope				
Au niveau de la remontée vers le CEA :	- Salicaire à feuilles d'hysope et à proximité immédiate de MYOLAX (Ratoucoule)				
Au niveau de Châteaufort au sud des emprises du viaduc	- Renoncule sarde (EPPS)				
Au niveau du rond-point la Perruche	- Jonc des chaisiers sur une zone de friche humide (EPPS)				
Au niveau du Golf de Guyancourt	- Raiponce en épi (CBNBP, 2008) - Gesse de Nissole présent dans le golf (CBNBP, 2008)				
De l'autre côté de la RD	- Renoncule sarde (BIOTOPE, 2012) - Queue de souris naine (BIOTOPE, 2012) - <u>Cardamine impatiens</u> (BIOTOPE, 2012, 2014) - Epiaire des champs (BIOTOPE, 2014)				
			<u>Phase exploitation</u> Mise en place d'une gestion extensive <u>Suivi environnemental du chantier</u> - Balisage du chantier - Balisage des espèces végétales patrimoniales présentes à proximité des emprises travaux - Visites de terrain en fonction du planning des travaux et du cycle écologique des espèces	Nul à négligeable	

2.2.5. Oiseaux

2.2.5.1 Rappel des enjeux liés aux oiseaux

A l'issue des prospections de terrain, 87 espèces d'oiseaux dont 83 protégées ont été identifiées depuis 2012. Ces espèces se répartissent en six cortèges : le cortège des milieux anthropisés, le cortège des parcs et jardins, le cortège des fourrés et buissons, le cortège forestier, le cortège des milieux ouverts et le cortège des zones humides. Parmi ces espèces, sept sont à considérer avec une attention particulière en raison de leur patrimonialité : le Faucon hobereau (*Falco subbuteo*), la Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*), le Bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*), l'Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*), le Martin pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis*), le Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) et le Hibou des marais (*Asio flammeus*).

A noter que certaines espèces comme le Pic noir, le Pic mar, le Martin pêcheur d'Europe et le Busard Saint-Martin ont été recensés sur le fuseau d'étude et sont des espèces inscrites au FSD du site Natura 2000 « Massif de Rambouillet et zones humides proches ». L'enjeu de conservation des pics restent cependant faible au regard de l'augmentation de leurs populations en Ile-de-France.

A noter que le hibou des marais a été observé en chasse sur la rigole de Corbeville. L'espèce est connue de l'étang de Saclay mais son lieu de nidification reste inconnu.

La Sterne pierregarin a été observée au niveau de la plaine agricole de Châteaufort mais niche au niveau des étangs de Saclay. Le fuseau d'étude est donc un territoire de transit pour cette espèce.

Par ailleurs, le Vanneau huppé, espèce patrimoniale mais non protégée, a été observé sur le fuseau d'étude en 2012 mais n'a pas été revu en 2014.

Au niveau de la section souterraine, 4 espèces patrimoniales sont recensées : l'Œdicnème criard, la Linotte mélodieuse, le Bouvreuil Pivoine et le Martin Pêcheur d'Europe.

Les OA 3 à 6 de la section souterraine Aéroport d'Orly – Palaiseau se situent sur des zones agricoles et quelques zones de friches avec de rares arbres et des haies qui abritent la Linotte mélodieuse (2 couples en 2014). La présence de l'Œdicnème criard n'est pas à exclure entre Morangis et la plaine de Montjean. Cette espèce figure parmi les espèces nicheuses potentielles (du moins certaines années favorables).



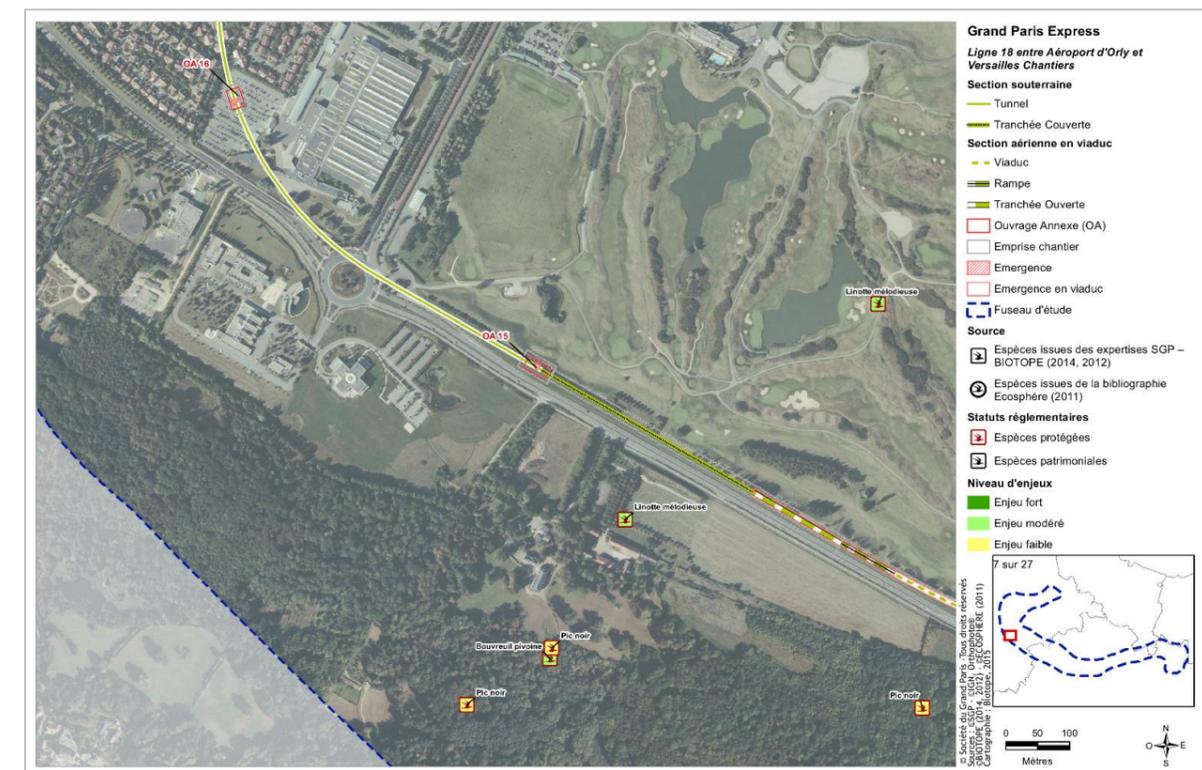
La Linotte mélodieuse a également été contactée au niveau de la **gare Antony**. L'espèce ne niche pas forcément sur le site mais plutôt dans les espaces agricoles ou les friches arbustives situées non loin de là, notamment le long de l'autoroute A6 où **s'inscrit l'OA 7**. Cette espèce, en plus d'être présente sur l'ensemble du plateau de Saclay, se retrouve également sur une friche herbacée au nord de **l'OA 18**.



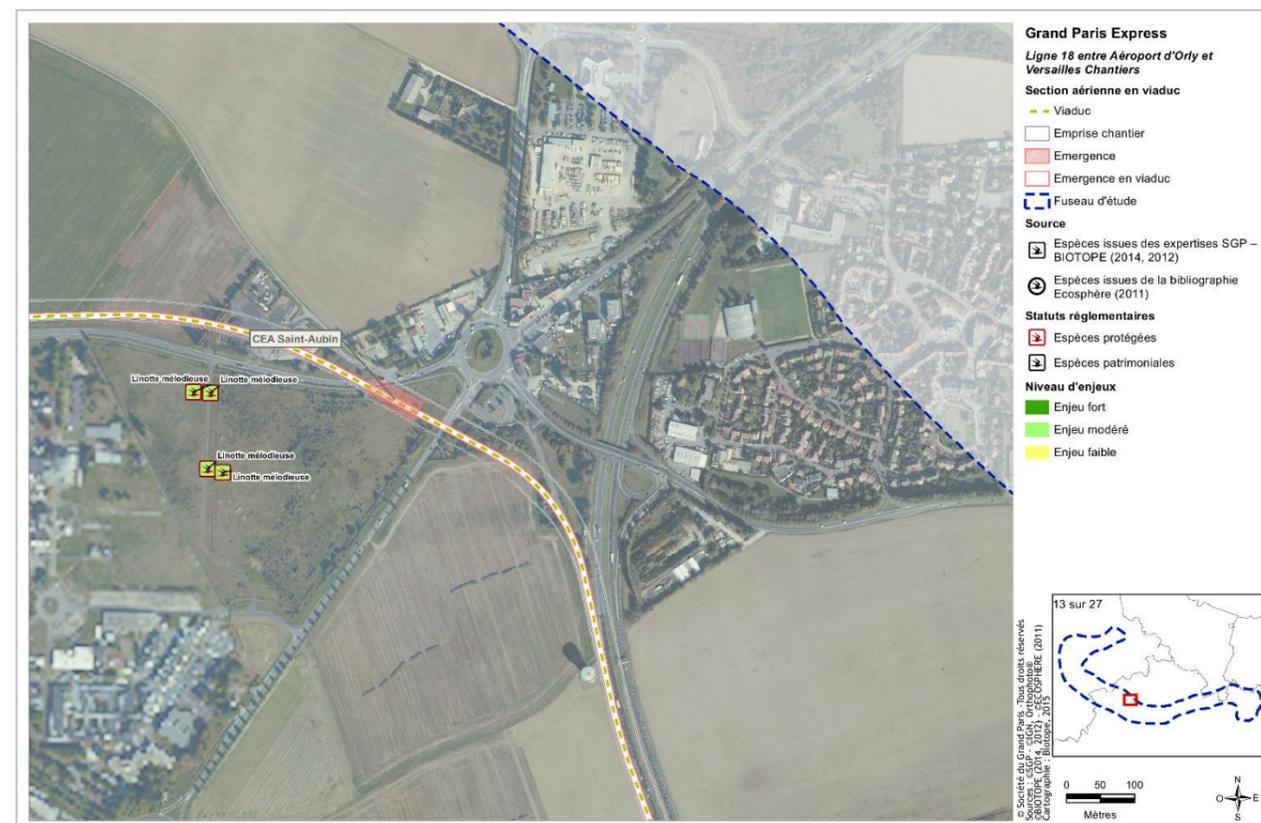
Les boisements de la vallée de la Bièvre accueillent les deux espèces de Pics (noir et mar) inscrites en annexe 1 de la Directive Oiseaux. Le projet s'inscrit en souterrain sur cette section mais l'OA 21 est particulièrement concerné au regard de sa proximité avec un habitat potentiellement favorable au pic mar notamment.

Au niveau de la section aérienne, 5 espèces patrimoniales sont recensées en 2014 par les expertises menées par la SGP : la Linotte mélodieuse, le Bouvreuil pivoine, le Faucon hobereau, le Busard Saint-Martin, le Hibou des marais tandis que 4 autres espèces patrimoniales avaient été identifiées en 2012 : l'Œdicnème criard, le Vanneau huppé (patrimonial mais non protégé), le Faucon hobereau et le Petit Gravelot.

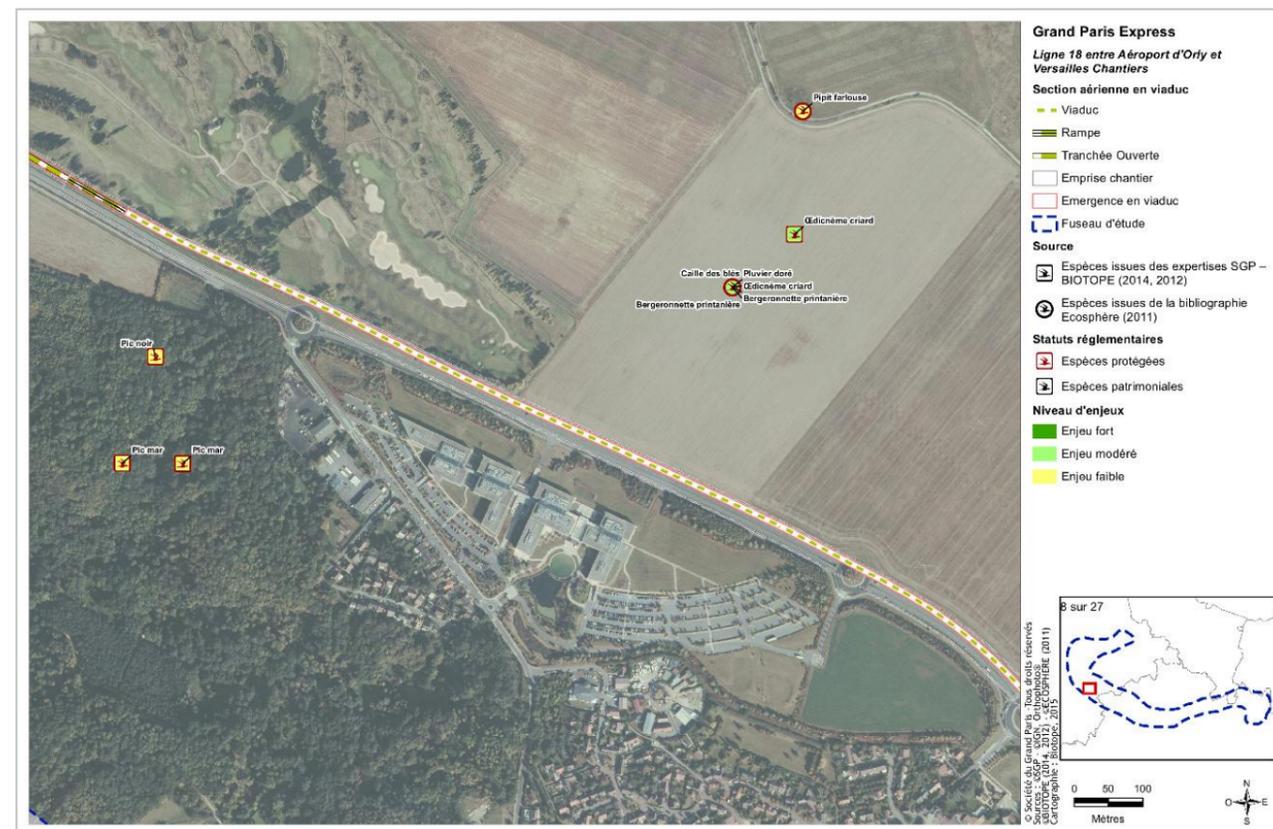
De manière plus précise, la Linotte mélodieuse a été observée à plusieurs reprises en 2014 à l'ouest de la ZAC QOX où 4 couples nicheurs probables sont présents dans des zones de friches arbustives comme c'est le cas au niveau de la Martinière ou encore d'une friche humide au nord-ouest du CEA de la friche du rond-point de la Perruche à Châteaufort, de l'ancienne parcelle agricole entre le Golf national de Guyancourt et la forêt de Port Royal.



Dans la bibliographie, le CORIF souligne également la présence d'un couple de Pie grièche écorcheur au niveau de la friche du rond-point de la Perruche à Châteaufort qui nichait en 2010. Aucune autre observation d'espèce n'est à noter sur ce secteur depuis cette date. Cette espèce est donc considérée comme potentiellement présente sur ce secteur.



Le personnel du PNR Haute Vallée de la Chevreuse a également observé des espèces comme la Caille des bois, l'Édicnème criard et le Vanneau huppé en 2008 au niveau de la zone agricole au sud-est du Golf national de Guyancourt.



Le Petit gravelot est connu comme nicheur irrégulier du secteur de la ZAC Polytechnique (au moins 10 couples depuis 2011 d'après l'EPPS). L'espèce s'était installée en 2011 au niveau des berges exondées d'une mouillère du nord du Quartier de la ZAC Polytechnique.

Le Bouvreuil pivoine est connu comme nicheurs en forêt de Palaiseau (1 à 2 couples, source : BIOTOPE et EPPS 2014) mais également du boisement de la Croix de Villebois (plusieurs individus observés en hivernage, en automne et en période de nidification sur les lisières, source EPPS, 2013, 2014). D'après les suivis écologiques réalisés sur la ZAC Polytechnique, l'espèce reste nicheuse probable sur ces boisements.

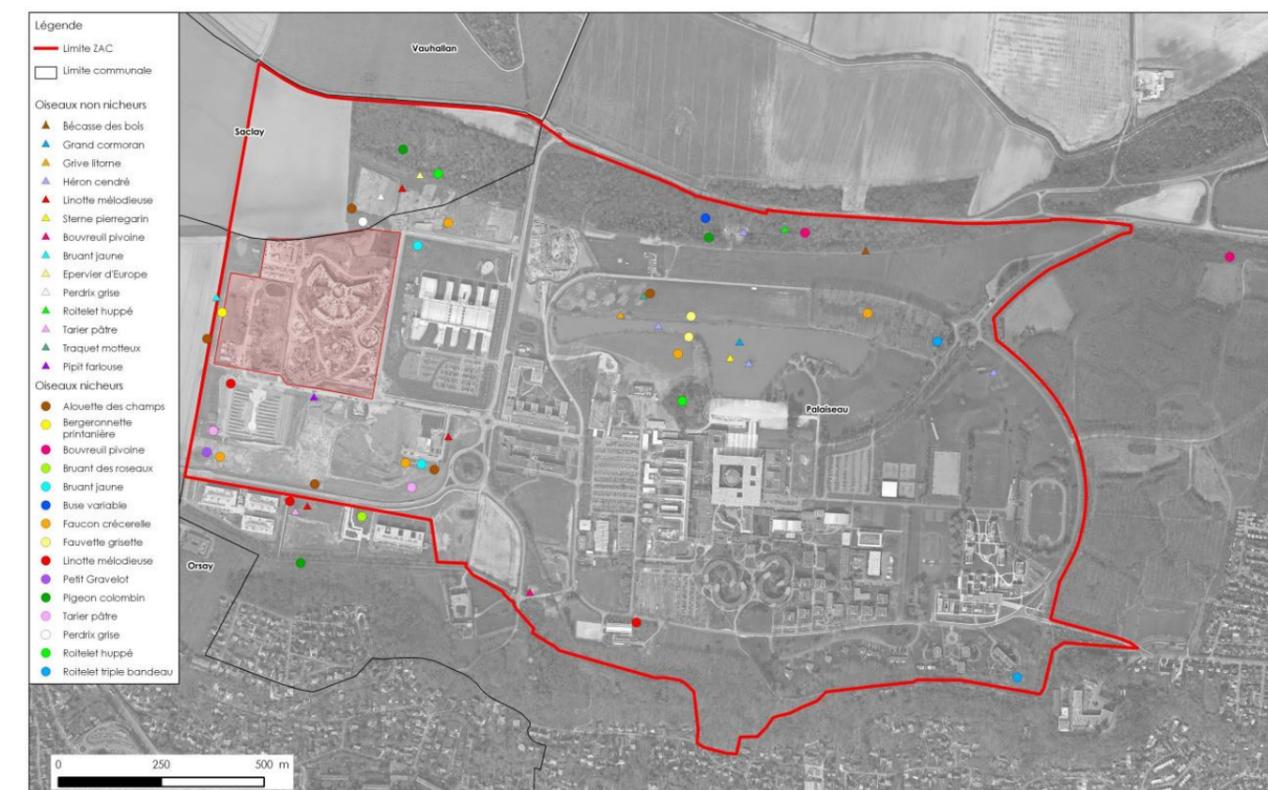
Le Pic noir, espèce inscrite à l'annexe I de la directive Oiseaux (Directive 2009/147/CE), a été observé en 2013 via les suivis réalisés sur la ZAC Polytechnique au niveau du boisement de la croix de Villebois, se nourrissant au sol, en pleine période de reproduction. Cependant, la non-observation de l'espèce en 2014 lors de suivi écologique sur la ZAC Polytechnique et en 2015 par les expertises menées par la SGP, confirme que l'espèce utilise plutôt ce boisement comme site d'alimentation et comme élément relais. L'EPPS prend des dispositions spécifiques pour cette espèce en complétant la création d'une lisière boisée au sud du boisement de la Croix Villebois pour la mise en place d'îlots de sénescence au sein de la lisière. De plus, l'EPPS met en place une mesure simple de conservation sur place des arbres abattus dans ce boisement. Les coupes seront également déplacées dans les îlots de sénescence afin d'être rapidement favorables au Pic noir.

Un couple de Locustelle tachetée s'était installé probablement pour nicher en 2011 en lisière sud du bois de la Croix de Villebois. L'espèce n'a pas été observée depuis malgré l'absence de dérangement connu sur ce secteur. Elle est considérée comme potentiellement présente dans la suite de l'analyse.

De nombreux oiseaux de passage sont connus de la ZAC Polytechnique. Le site est relativement riche en oiseaux typiques des milieux humides qui se retrouvent dans les zones inondées du chantier avec : la Bécasse des bois, le Chevalier gambette, le Canard souchet, le Chevalier aboyeur, le Grand gravelot, et le Pluvier Doré. Le Traquet motteux et le Pipit farlouse complètent le cortège des espèces remarquables de passage sur le site.

Pour ces espèces inféodées aux milieux humides, l'EPPS a déjà engagé des restaurations et des créations de mouillères. Les aménagements hydro-écologiques prévus profiteront à l'ensemble de ce cortège : banquettes inondables des bassins de régulations, création de zones humides en bordure du bassin de l'école Polytechnique, création de mouillères, de dépressions humides, etc.

Suivis environnementaux ornithologiques sur la ZAC QOX (EPPS 2014)



Bilan des espèces avérées et potentielles patrimoniales autour des emprises chantiers

Localisation par rapport au projet	Espèces patrimoniales à moins de 50m des emprises projet
OA 3 à 6	- Linotte mélodieuse (2 couples) (BIOTOPE, 2014) - Présence potentielle de l'Œdicnème criard
Gare Antony-pôle (mais nidification près de l'OA 7)	- Linotte mélodieuse (nicheur probable, BIOTOPE, 2014)
ZAC QOX - boisement nord de la Croix de Villebois	- Bouvreuil pivoine, nicheur probable au niveau du boisement de la Croix de Villebois et nicheur certain au niveau de la forêt de Palaiseau (EPPS, BIOTOPE, 2012, 2013, 2014) - Pic noir, en chasse (EPPS, 2013) - Locustelle tachetée (EPPS, 2011)
ZAC QOX - Zones humides	- Petit gravelot (nicheur non régulier, EPPS, 2013) - Hibou des marais (chasse, BIOTOPE, 2015)
ZAC QOX - Friches arbustives	- Linotte mélodieuse (nicheur probable)
Friche La Martinière	- Linotte mélodieuse (nicheur probable)
Friche du CEA	- Linotte mélodieuse (nicheur probable)
Friche du rond-point la Perruche	- Linotte mélodieuse (nicheur probable) - Pie grièche écorcheur (CORIF, 2010)
Friche entre le Bois des Roches et le Golf national de Guyancourt	- Linotte mélodieuse (nicheur probable, BIOTOPE 2014)
Plateau de Saclay	- Caille des bois (PNR HVC, 2008) - Œdicnème criard (PNR HVC, 2008) - Vanneau huppé (PNR HVC, 2008) - Pic noir (BIOTOPE, 2015) - Œdicnème criard (PNR, 2008) - Faucon hobereau (BIOTOPE, 2014) - Hibou des marais (BIOTOPE, 2015)
OA 18	- Linotte mélodieuse (nicheur probable, BIOTOPE, 2014))

2.2.5.2 Impacts et mesures du projet sur les oiseaux en phase chantier

- **Risque de dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'oiseaux et des individus en période de nidification**

Les emprises chantier impactent directement certains milieux humides, boisés, ouverts, agricoles et anthropiques conduisant ainsi à une diminution des disponibilités en termes de territoire pour les espèces inféodées à ces milieux.

En ce qui concerne le **cortège d'oiseaux des milieux humides**, les milieux impactés se situent au niveau du plateau de Saclay principalement et seront détaillés dans la partie spécifique « Zones humides ». Les espèces patrimoniales liées à ce type de milieu sont le Petit gravelot et le Martin pêcheur d'Europe. Le Martin pêcheur, localisé en forêt de Versailles et sur la vallée de la Bièvre ne sera pas impacté par le projet dont les émergences ne s'implantent pas dans ces habitats. Concernant le Petit gravelot, les habitats de vie de l'espèce ont déjà fait l'objet de mesures de

compensation dans le cadre du projet de la ZAC QOX. Par ailleurs, cette espèce n'a plus été observée depuis 2012 sur les zones humides du site mais reste potentielle. Les zones humides localisées en sortie de la gare de Palaiseau en direction de Versailles-Chantiers sont particulièrement propices à l'installation de l'espèce. La mise en place de la base chantier du viaduc sur ces zones humides pourrait donc induire la perte de zones humides favorables à l'espèce.

En ce qui concerne le **cortège d'oiseaux des milieux boisés**, les milieux impactés sont localisés au niveau du boisement de l'OA 7, de la Croix de Villebois (SMR de Palaiseau), du viaduc, de l'OA 17 et de la gare Saint-Quentin-Est.

Le déboisement ponctuel au niveau des ouvrages des sections souterraines (OA 7, OA 17 et gare Saint-Quentin-Est) n'engendre qu'une faible perturbation des espèces inféodées à ce milieu, qui sont, qui plus est, communes en Ile-de-France.

En revanche, le défrichement généré au niveau du boisement de la Croix de Villebois induit une perte de 50% environ de l'habitat boisé. Ce boisement est principalement utilisé comme espace relais (Pic noir, Bouvreuil pivoine) et aucune espèce patrimoniale n'est connue comme nicheuse sur ce site (exceptée la Locustelle tachetée en 2011). En revanche, ce boisement constitue un habitat secondaire et une continuité boisée d'importance régionale entre la forêt de Palaiseau et la vallée de la Bièvre pour les espèces forestières.

Cela conduira probablement au délaissement du site la Croix de Villebois par les espèces inféodées aux milieux boisés lors de la phase chantier.

En ce qui concerne le **cortège des fourrés et buissons**, celui-ci est impacté par les emprises chantier à plusieurs reprises le long du tracé de la ligne 18 conduisant ainsi à une diminution des territoires pour les espèces inféodées à ces milieux. En particulier, la Linotte mélodieuse a été identifiée à plusieurs reprises le long du projet. Toutefois, une superficie significative de friches est amenée à être maintenue dans les abords immédiats des impacts induits par le projet.

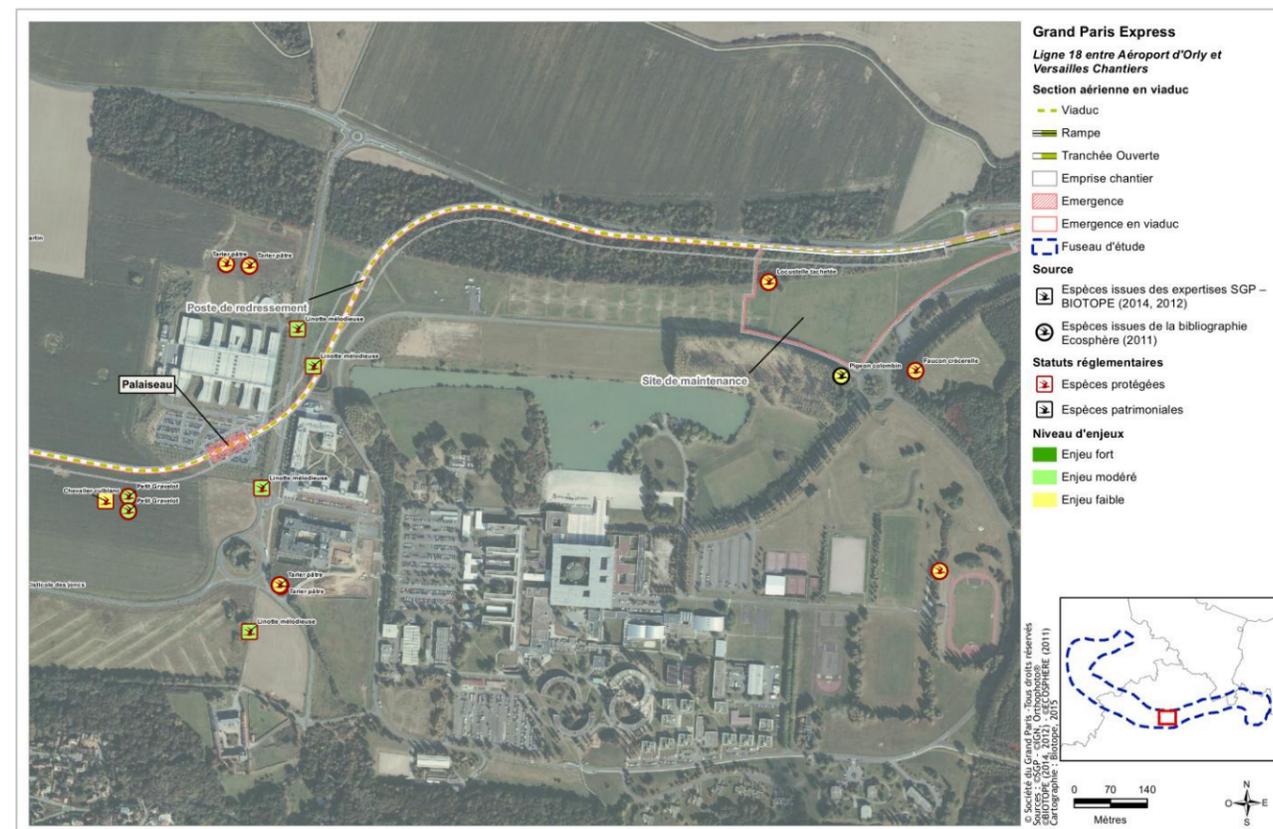
La Pie-grièche écorcheur est également connue des friches de Châteaufort où s'installe la base chantier du viaduc. L'espèce n'a pas été observée depuis 2012 mais reste potentielle sur ce site.

Enfin, le **cortège des milieux ouverts** est également concerné par les emprises chantier liées au projet. Seuls quelques individus patrimoniaux sont identifiés sur le plateau de Saclay : le Vanneau huppé, espèce non protégée mais rare et vulnérable à l'échelle régionale et l'Œdicnème Criard dont les dernières observations sur le plateau de Saclay remontent à 2008.

Le **cortège des parcs et jardins et des milieux anthropiques** accueillent des espèces communes qui trouveront des habitats de report à proximité.

Ainsi, trois espèces patrimoniales sont considérées comme impactées par le projet : La Linotte mélodieuse, le Pic noir et le Bouvreuil pivoine. Cinq autres espèces sont considérées comme potentiellement présentes sur des zones de projet. Leur présence (ou absence) reste à vérifier : L'Œdicnème criard, le Vanneau huppé, le Petit Gravelot, la Locustelle tachetée et la Pie-grièche Ecorcheur.

Carte de localisation des oiseaux patrimoniaux par rapport aux emprises chantier – Zoom sur la ZAC QOX (source : EPPS, 2011 et BIOTOPE, 2014)

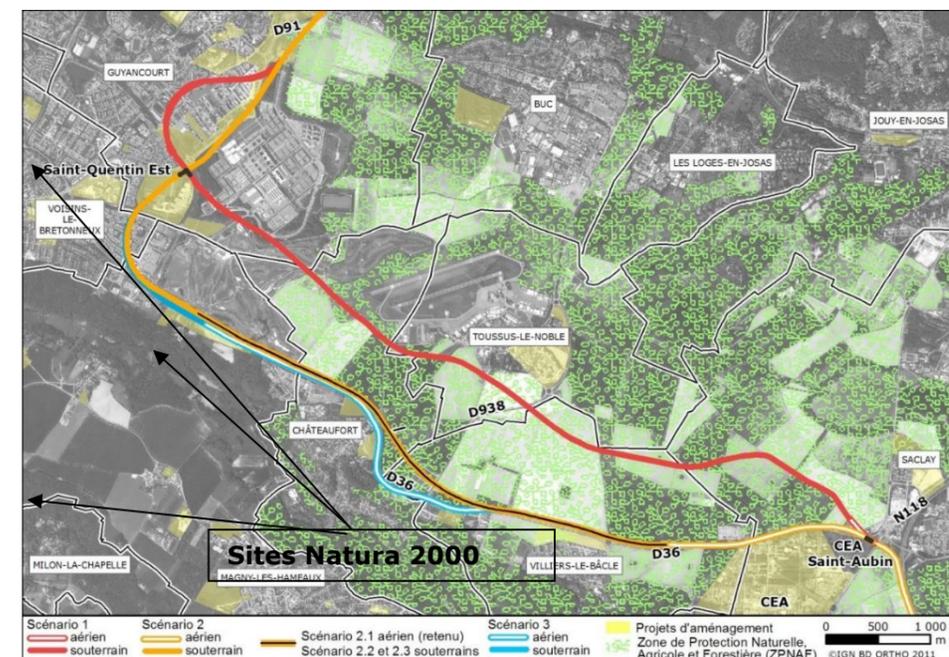


MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION POUR TOUTES LES ESPÈCES

L'étude des variantes en phase préliminaire du projet a permis de réorienter le tracé aux abords du site Natura 2000 ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides associées ». En effet, une variante de tracé avait été étudiée au sud de la RD36 (scénario 3 sur la carte ci-dessous). Cette variante nécessitait un défrichement de boisements considérés comme des habitats de nidification avérés du Pic mar, une des espèces ayant valeurs désignation du site en ZPS.

Cette variante sud de la RD36 a donc été écartée en faveur du tracé actuel qui n'impacte pas d'habitat de nidification des pics et par conséquent, n'impacte pas directement le site Natura 2000 ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides associées ». Une analyse d'incidence spécifique est réalisée en chapitre analyse des incidences sur Natura 2000.

Variante étudiées sur la section CEA - Guyancourt



Limitation des emprises chantiers

A ce stade d'avancement de l'étude, les emprises chantiers sont maximisées et vont faire l'objet d'une optimisation des emprises pressenties dans les phases plus approfondies du projet. Les emprises chantiers font l'objet d'une demande de dimensionnement minimal dans les études de conception ultérieure afin de réduire au maximum les emprises sur les habitats d'espèces.

Un passage d'écologie ciblé sur la Pie-grièche écorcheur, l'Œdicnème criard, le Vanneau huppé, la Locustelle tachetée et le Petit Gravelot sera prévu en amont des travaux de manière à s'assurer de l'absence des espèces. Dans le cas contraire, des mesures spécifiques seront prises afin de réduire l'impact sur ces espèces.

Adaptation des périodes de début de travaux

Les travaux seront réalisés dans la mesure du possible en dehors de la période favorable à la nidification des oiseaux, groupe pour lesquels les travaux de défrichement/déboisement et de terrassement sont impactant. Ces travaux de déboisement débuteront en dehors de la période favorable à la reproduction des espèces pour leur permettre de rechercher d'autres espaces à proximité du projet pour accomplir leur cycle de reproduction et pour éviter la destruction des nids.

Les opérations de déboisement/défrichement seront ainsi réalisées entre septembre et février. Ainsi, pendant les travaux, le risque de destruction des nichées sera évité.

MESURES REDUCTION POUR LE PIC NOIR ET LES ESPECES CAVERNICOLES

Un plan de gestion est prévu à l'issue des défrichements pratiqués pour l'accueil des équipements prévus dans le cadre de la ZAC. Une articulation entre la SPG et l'EPPS est engagée afin que le plan de gestion intègre les contraintes techniques, spatiale et temporelle de l'implantation du viaduc de la Ligne 18.

De plus, en accord avec les préconisations identifiées dans le cadre des études réglementaires de la ZAC QOX, des ilots de sénescences seront conservés dans les secteurs non défrichés pour améliorer les potentialités d'accueil pour les espèces cavernicoles mais également pour les espèces de chauves-souris. Les coupes réalisées dans le cadre du projet de métro seront laissées sur place en assurant la sécurité des travailleurs afin d'améliorer la richesse en bois mort particulièrement favorable au pic noir.

MESURES DE REDUCTION POUR LE BOUVREUIL PIVOINE

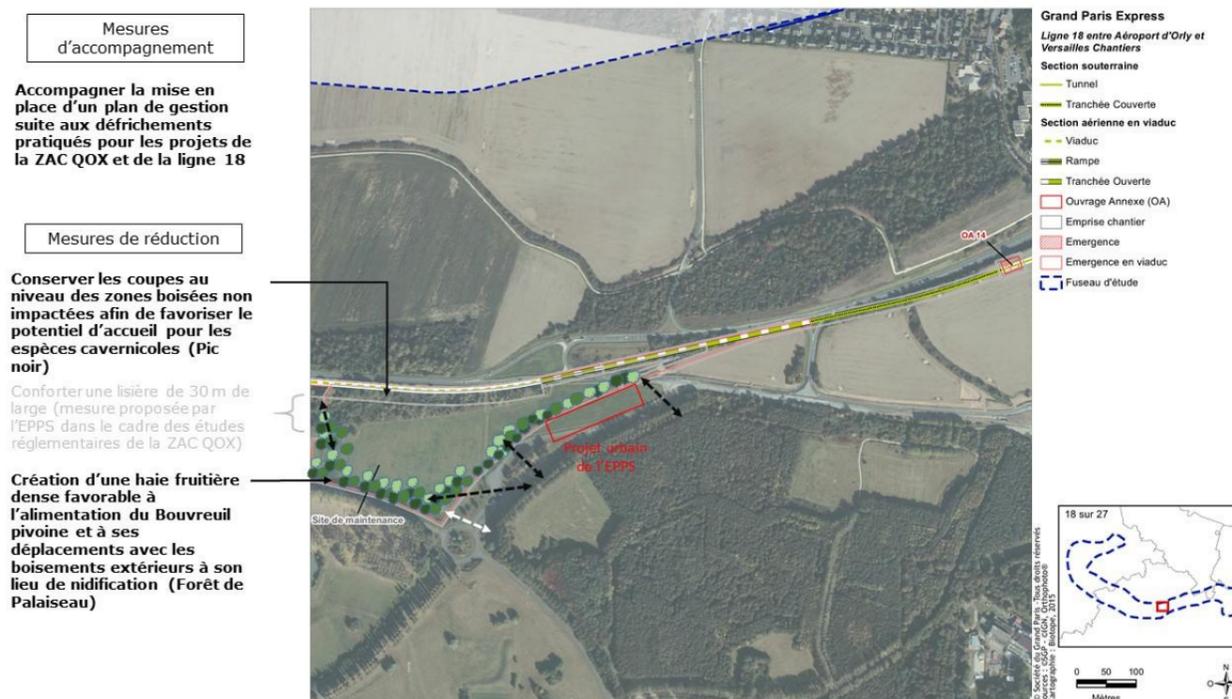
Création d'une haie fruitière dense faisant le lien entre la Croix de Villebois et la forêt domaniale de Palaiseau

Au niveau du boisement de la Croix de Villebois, le défrichement reste particulièrement impactant sur le Bouvreuil pivoine dont 1 à 2 couples sont identifiés comme nicheurs à proximité au niveau de la forêt de Palaiseau. Lieu de nourrissage de l'espèce, zone de déplacements et de nidification probable, cette bande boisée qui va être défrichée sur environ 50% de sa surface actuelle au nord du boisement (viaduc), à l'est (SMR) et à l'ouest (traversé par le viaduc).

D'ores et déjà, les lisières au sud de ce boisement sont maintenues sur près de 30m de large dans le cadre des mesures mises en œuvre par l'EPPS pour la ZAC QOX

Dans le cadre du projet de la Ligne 18, une lisière dense arbustive et arborée composée d'essences fruitières, particulièrement appréciées du Bouvreuil pivoine, est proposée pour aménagement entre le boisement de la Croix de Villebois et la forêt de Palaiseau au niveau de l'emprise du SMR de Palaiseau. Cet aménagement de haie fruitière dense se fera en fonction des contraintes d'emprise du projet et devra être mieux définie en terme de surface dans les phases ultérieures du projet sous réserve des adaptations des mesures de l'EPPS en lien avec la SGP. En effet, l'insertion urbaine du SMR a été définie afin de ne pas perturber les activités du Site Instrumental de Recherche Par Télédétection Atmosphérique (SIRTA). Le choix de localisation impose une vigilance particulière vis-à-vis de l'environnement et des projets portés sur ce secteur.

Schéma de principe des mesures de réduction et d'accompagnement mises en place après travaux au niveau du SMR de Palaiseau



IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION SUR LE BOUVREUIL PIVOINE

La population francilienne de Bouvreuil pivoine connaît un déclin marqué en France depuis deux décennies avec une population estimée à 10 000 couples en 1995 et entre 5 000 et 10 000 couples en 2010. Une diminution de 35% des effectifs est observée sur les 10 dernières années.

En plaine, une grande partie des populations, en France, est sédentaire voire migratrice partielle dans le nord et se déplacent dans un secteur restreint (Géroudet, 1980). Les individus peuvent donc être observés toute l'année sur le site où ils se reproduisent comme c'est le cas au niveau de la ZAC QOX où des individus ont été observés en automne, en hiver et durant la période de nidification (Géroudet, 1980). L'espèce reste globalement fidèle à son lieu de naissance du fait de la très faible distance de dispersion juvénile (Paradis et al., 1998). Espèce de cohérence nationale pour la Trame Verte et Bleue, elle est identifiée comme particulièrement sensible à la dégradation des habitats et aux collisions routières.

La mise en place de la bande chantier au nord du boisement ne remet pas en cause la pérennité et l'efficacité des mesures mises en œuvre par l'EPPS dans le cadre du projet de la ZAC QOX. La SGP s'inscrit là en articulation avec la réalisation de ces mesures initiales.

L'impact résiduel par dégradation voire destruction des habitats du Bouvreuil pivoine (impact direct, permanent et à court terme) est considéré comme modéré. L'impact résiduel par destruction d'individus du Bouvreuil pivoine (impact direct, permanent et à court terme) est quant à lui considéré comme faible. **L'habitat de nourrissage et de nidification probable du Bouvreuil pivoine impacté par le passage en viaduc de la ligne 18 sur 3,5 ha environ sera compensé.**

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION POUR LA LINOTTE MELODIEUSE

La population francilienne de Linotte mélodieuse était estimée à moins de 5000 couples en nidification en 1995 contre 2000 à 4000 couples en 2010. La diminution de 32% des effectifs qui est observée sur les 10 dernières années est à corréliser avec la diminution des zones de friche en zones de grandes cultures.

La diminution des effectifs rend l'espèce d'autant plus fragile aux perturbations liées à la perte d'habitat de nidification potentiel sur les OA 3 à 7 (moins de 0,5 ha), au niveau de des zones arbustives de la ZAC QOX (passage en viaduc), au niveau de la friche du CEA (0,8 ha), au niveau de la friche « La Perruche » de Châteaufort (0,2 ha) et au niveau de l'OA 18 (0,15 ha). Ainsi, c'est près de 2 ha (environ 1,65 ha) d'habitat de nidification potentiel que le projet impacte par effet d'emprise.

L'impact résiduel par dégradation voire destruction des habitats de friche de la Linotte mélodieuse sur près de 2 ha (impact direct, permanent et à court terme) est considéré comme modéré. L'impact résiduel par destruction d'individus de la Linotte mélodieuse (impact direct, permanent et à court terme) est quant à lui considéré comme faible. **Les habitats de nidification impactés (soit environ 1,65 ha de la Linotte mélodieuse seront compensés.**

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION SUR LE PIC NOIR

La population francilienne de Pic noir était estimée à un minimum de 200 couples nicheurs en 1995 et entre 300 à 500 couples en 2010, dont 30 à 60 couples nicheurs au niveau de la ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides associées ». L'effectif est considéré comme stable sur les 10 dernières années. L'espèce est principalement nicheuse sur de vastes boisements de 100 à 200ha et est connue pour être sédentaire donc il n'est pas improbable d'assister à de grandes dispersions en période postnuptiale. La présence de cette espèce dans la petite bande boisée de la croix de Villebois atteste donc plutôt de sa richesse en terme de bois morts où le pic noir peut se nourrir lors de ses déplacements.

L'espèce a été observée se nourrissant au sol en période de reproduction mais n'est pas nicheuse au niveau du boisement. Ce constat est confirmé par le comité scientifique d'experts réuni pour le suivi écologique de la ZAC QOX. L'espèce utilise le boisement comme site d'alimentation et comme élément relais dans une continuité boisée plus vaste.

L'impact résiduel par dégradation voire destructions des habitats boisés de repos et de chasse du Pic noir (impact direct, permanent et à court terme) est donc considéré comme faible. L'impact résiduel par destruction d'individus de le Pic noir (impact direct, permanent et à court terme) est également considéré comme faible.

L'état de conservation de l'espèce n'est pas remis en cause. Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION SUR LES ESPECES COMMUNES

L'impact résiduel par dégradation voire destruction des habitats et d'individus des autres espèces d'oiseaux (impact direct, permanent et à court terme) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre pour les espèces communes.

- **Risque de dérangement des individus (augmentation de la fréquentation aux abords du chantier, bruit, pollution lumineuse)**

Au regard du contexte local marqué par les activités humaines, les dérangements pour les espèces d'oiseaux sont déjà en partie existant avec la RD 36 et différents chantiers ponctuels en cours, comme le montre les modélisations du bruit présentées dans la pièce G.1 et exposée en page suivante.

Au niveau du fuseau d'étude, le Parc Brassens, la Plaine de Montjean, le bois de la Guyonnerie, la forêt Domaniale de Palaiseau, le Massif de Rambouillet, la vallée de la Bièvre et la forêt de Versailles constituent des secteurs calmes davantage préservés des nuisances sonores alentours.

La réalisation du viaduc va engendrer un bruit de fond et du dérangement visuel important émanant de diverses composantes : camions en fonctionnement, alarmes de chantier, etc. Les populations d'oiseaux, qu'ils soient nicheurs, migrateurs ou hivernants, sont susceptibles d'être affectées par ces nuisances sonores et visuelles (abandon de la couvaison pour les nicheurs, fuite des migrateurs, etc.).

Les travaux accentueront la fréquentation au niveau des emprises chantier et par conséquent le dérangement des espèces. Toutefois, le projet s'intègre dans un contexte d'ores-et-déjà marqué par les activités humaines et l'augmentation de fréquentation au droit des emprises changer ne sera pas significative.

Par ailleurs, le chantier pourra être à l'origine de pollutions lumineuses. Toutefois, les pollutions lumineuses sont d'ores-et-déjà existantes à l'échelle du fuseau d'étude nettement marqué par les activités humaines.

Les dérangements pour les espèces d'oiseaux sont déjà en partie existants (infrastructures de transport, contexte urbain, travaux de la ZAC Polytechnique).

MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

Les mesures mises en œuvre sont des mesures générales prévues pour les chantiers. Elles sont détaillées dans le chapitre relatif au bruit.

Travail programmatique du viaduc et des besoins de lumière pour la sécurité de la ligne et accès de secours (trainasse incendie). Les émissions de lumière du viaduc sont réduites.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dérangement des individus (impact direct, temporaire et à court terme) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

2.2.5.3 Impacts et mesures du projet sur les oiseaux en phase d'exploitation

Risque de dérangement des individus (augmentation de la fréquentation dans les parcs, bruit, pollution lumineuse)

Le projet de la Ligne 18 étant réalisé en partie en souterrain, les impacts liés au dérangement sont limités :

- Aux nuisances sonores générées par les ouvrages ;
- Au dérangement sonore induit par la section aérienne du tracé sur la section Palaiseau – Magny-les-Hameaux ;
- Au dérangement sonore induit par le site industriel de Palaiseau
- Nuisance lumineuse par éclairage du viaduc.

Au regard du contexte local déjà marqué par les activités humaines, les dérangements pour les oiseaux liés à la présence du chantier ne seront pas significativement augmentés.

MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

Choix technique des matériaux

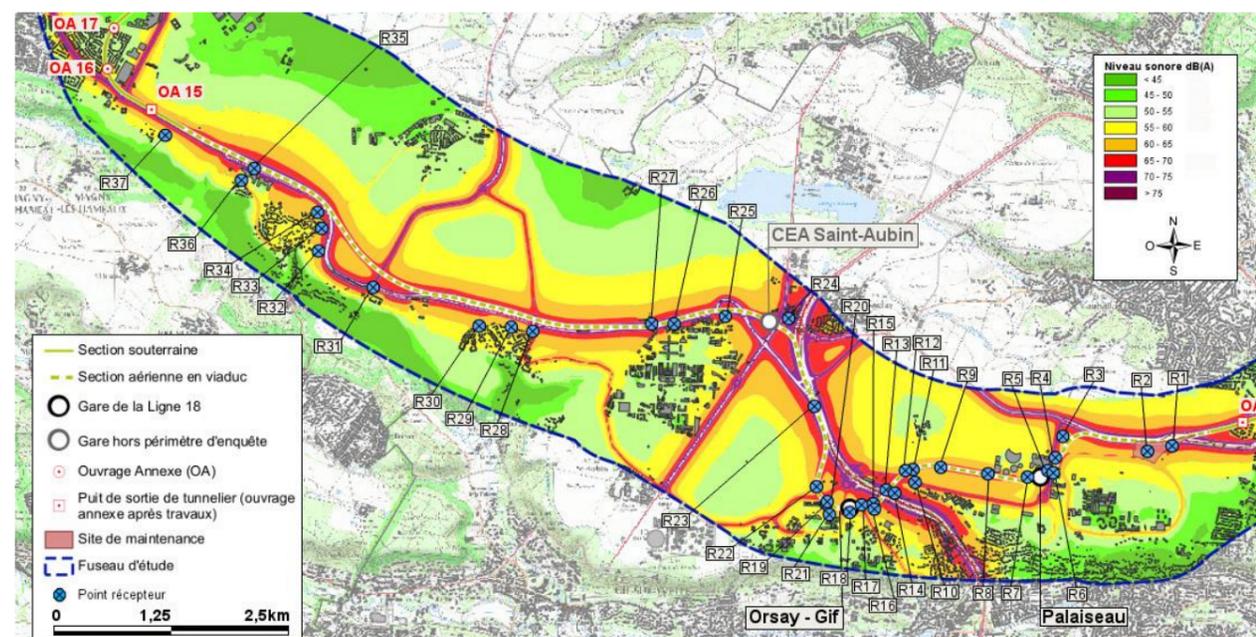
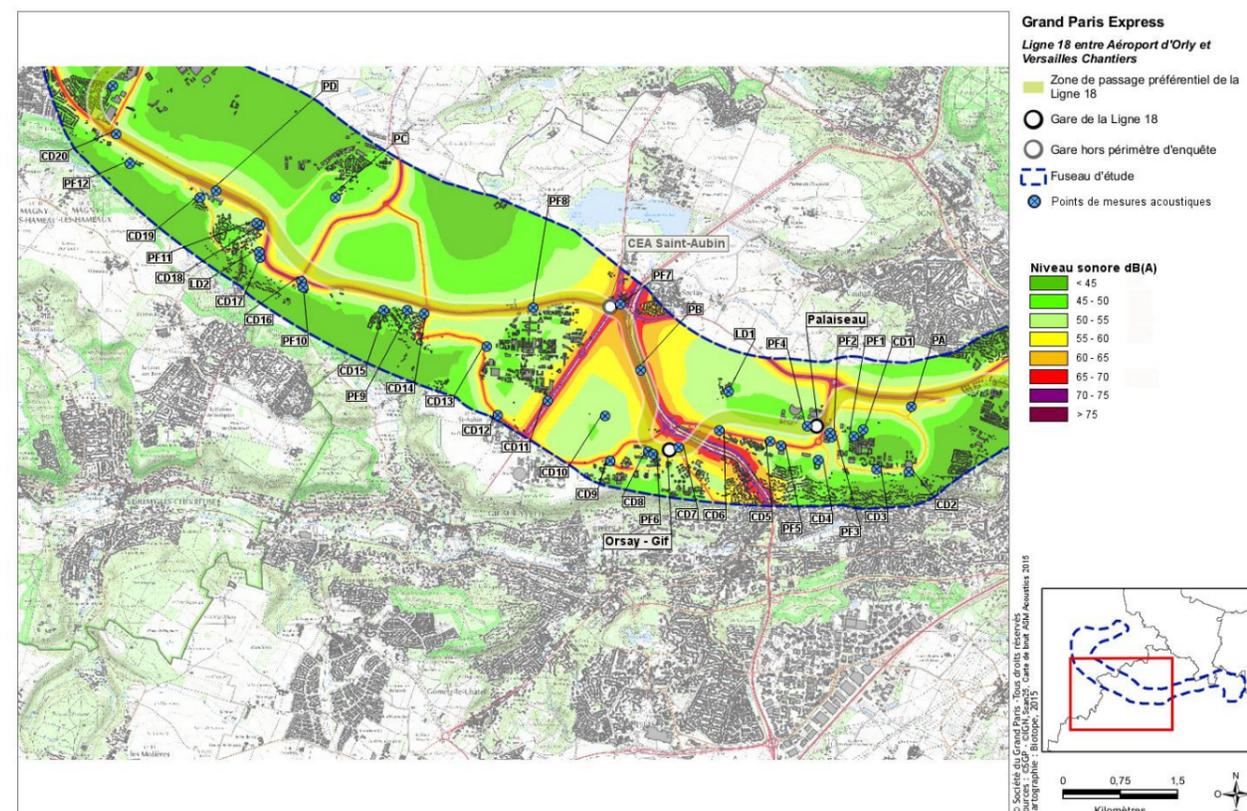
Les mesures spécifiques au bruit sont développées dans le chapitre correspondant. Elles concernent le choix des équipements de voie les moins générateurs de bruit, une action sur le matériel roulant, une limitation de la vitesse du métro notamment.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dérangement des individus (impact direct, permanent et à long terme) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

Modélisations du bruit induit par le viaduc et les infrastructures routières de jour 6h – 22h - avant l'installation du viaduc puis lors de la mise en service



Modélisations du bruit induit par le viaduc et les infrastructures routières de nuit 22h -6h - avant l'installation du viaduc puis lors de la mise en service

• Risque de rupture des continuités écologiques - risque de collision d'individus au droit du viaduc

Le risque de collision d'individus au droit du viaduc est présent sur la section concernée depuis Palaiseau jusqu'à Magny-les-Hameaux.

L'évaluation du risque collision est difficile à quantifier du fait qu'il n'est pas scientifiquement démontrable. Les principales évaluations à ce sujet se sont orientées sur l'évaluation du taux d'utilisation du site par les oiseaux en prenant en compte les hauteurs de vols, ainsi que les comportements de vol, notamment chez les rapaces (présence du Hibou des marais au niveau de la rigole de Corbeville), et les abondances de chaque espèce.

L'impact direct peut entraîner une mortalité des espèces impactées. L'impact indirect du risque collision peut aller jusqu'à un changement de lieu d'habitats de chasse notamment pour les cortèges des milieux humides et ouverts qui voient une perte du nombre de proies due à une perte d'habitat. D'autres perturbations indirectes sont également connues mais peu évaluables comme le détournement de la trajectoire de vol et une augmentation de la dépense énergétique.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE REDUCTION

Suppression des caténaires :

Un des risques de collision est lié à la présence de caténaires. Ces câbles ne seront pas mis en œuvre dans le cadre de la Ligne 18. Il s'agit donc là d'un effort en terme de réalisation de projet qui permet d'éviter un certain nombre de collisions en plus des perceptions visuelles.

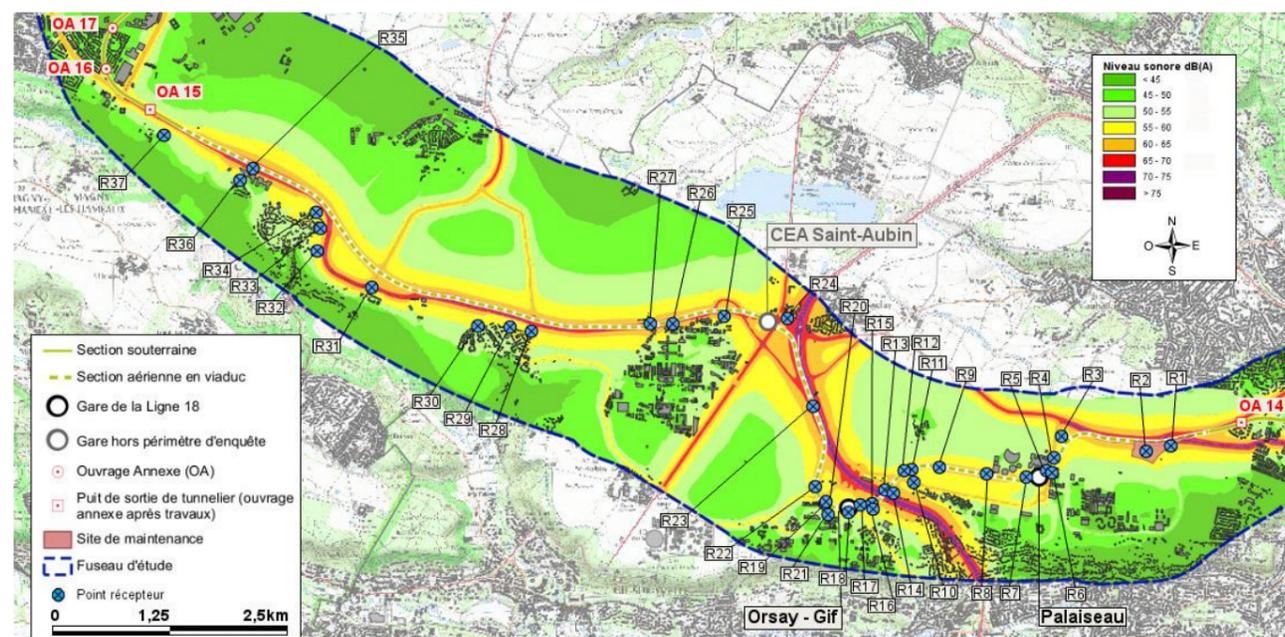
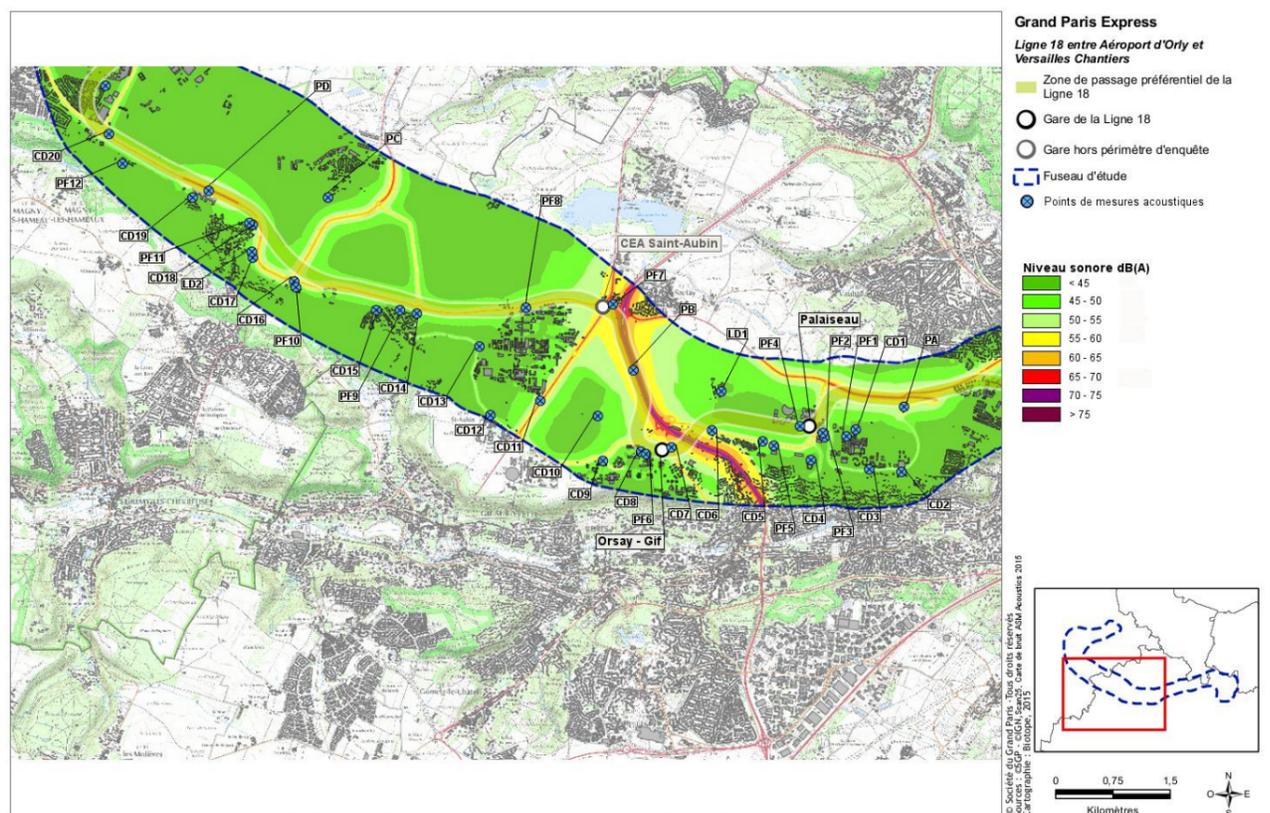
Les retours d'expériences issues des mises en place de viaduc pour la LGV EST par exemple, montre que la majorité des oiseaux franchisse la LGV en partie supérieure et que quelques espèces seulement la franchisse en partie inférieure. De manière générale, les suivis montrent que les migrateurs sont nettement plus vulnérables que les oiseaux locaux vis-à-vis du risque de collision vis-à-vis du type de vol particulier (en groupe ou en formation) ou encore de leur fatigue en arrivant aux étapes migratoires que sont l'étang de Saint-Quentin et les étangs de Saclay.

Toutefois, au regard des enjeux de conservation des oiseaux sur le plateau, les risques de collision n'engendrent qu'un impact faible et ne remettent pas en cause l'état de conservation des espèces présentes sur la section aérienne en nidification ou en migration.

Etude sur la possibilité de pose de rambarde anticollision : en lien avec l'étude paysagère et architecturale qui va être engagée

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par collision d'individus au droit du viaduc (impact direct, permanent et à long terme) est considéré comme faible. Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.



MESURES DE SUIVI

Un suivi environnemental de chantier sera mis en œuvre au travers de la participation d'un écologue à la phase de préparation des travaux, à la phase chantier et post-chantier afin de s'assurer que les aspects liés à l'écologie sont bien considérés et les mesures définies ci-avant respectées.

En ce qui concerne la faune, ce suivi consisterait :

- Avant le démarrage des travaux : réalisation d'inventaires complémentaires pour les espèces comme la Pie-grièche écorcheur, l'Œdicnème criard, le Vanneau huppé, la Locustelle tachetée et le Petit Gravelot (vérification de l'absence d'espèce ou d'habitat d'accueil des espèces considérées comme potentielles) et définition des mesures si des enjeux étaient identifiés suite à ces expertises ;
- En phase chantier : des visites de terrain afin d'assurer la bonne mise en œuvre des mesures ;
- A l'issue de la phase chantier : un suivi des espèces patrimoniales connues et impactées par le projet.

2.2.5.4 Synthèse des impacts et mesures sur les oiseaux

Elément projet	Eléments naturels concernés	Impacts	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
OA 3 à 7	- Habitat de nidification de la Linotte mélodieuse	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Risque de dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'oiseaux et des individus en période de nidification - Risque de dérangement des individus (augmentation de la fréquentation aux abords du chantier, bruit, pollution lumineuse) <p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Risque de dérangement des individus (augmentation de la fréquentation dans les parcs, bruit) - Rupture de continuités écologiques - Risque de collision d'individus au droit du viaduc 	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Etudes de variantes et choix de tracé le moins impactant, - Adaptation du calendrier travaux (défrichage hors période de nidification si possible), - Conserver les coupes sur place (Pic noir), - Articulation avec les mesures de l'EPPS (lisière de 30m - Créer une haie arbustive d'essences fruitières faisant lien entre la lisière boisée et la forêt de Palaiseau (Bouvreuil pivoine) <p><u>Mesure d'accompagnement :</u></p> <p>Articulation des mesures et plan EPPS et SGP</p> <p><u>Suivi environnemental du chantier</u></p> <p>Suivi sur site</p>	Modéré à l'échelle du projet (Linotte mélodieuse)	<p>Mesures de compensation pour la Linotte mélodieuse et le Bouvreuil pivoine</p> <p>Dossier de demande de dérogation à l'interdiction de destruction des espèces protégées</p>
ZAC QOX Boisement de la Croix de Villebois	- Habitat de chasse et de repos pour le Pic noir - Habitat secondaire pour le Bouvreuil pivoine - Zone de corridor arboré facilitant les déplacements des espèces - Présence probable de la Locustelle tachetée			Faible pour le Pic noir Modéré pour le Bouvreuil pivoine	
ZAC QOX Zones humides	- Présence probable du Petit gravelot			-	
ZAC QOX Zones arbustives	- Habitat de nidification de la Linotte mélodieuse			Modéré à l'échelle du projet (Linotte mélodieuse)	
Friche du CEA	- Habitat de nidification de la Linotte mélodieuse			Modéré à l'échelle du projet (Linotte mélodieuse)	
Friche « La Perruche » de Châteaufort	- Habitat de nidification de la Linotte mélodieuse - Présence probable de la Pie grièche écorcheur			Modéré à l'échelle du projet (Linotte mélodieuse)	
Zones agricoles Châteaufort	- Présence probable de l'Édicnème criard - Présence probable du Vanneau huppé			-	
OA 18	- Habitat de nidification de la Linotte mélodieuse			Modéré à l'échelle du projet (Linotte mélodieuse)	

2.2.6. Amphibiens

2.2.6.1 Rappel des enjeux liés aux amphibiens

Neufs espèces protégées ont été identifiées sur le fuseau d'étude dont six sont patrimoniales. La présence d'espèces protégées sur le fuseau d'étude peut constituer une contrainte réglementaire pour le projet. Par ailleurs, la bibliographie sur le fuseau d'étude est relativement fournie. Les suivis menés depuis 2013 par l'EPPS dans le cadre du projet de la ZAC QOX sont pris en considération dans l'analyse des impacts en pièce G2.

La vallée de la Bièvre et les espaces boisés de la forêt domaniale de Versailles sont favorables à la présence d'amphibiens relativement communs. Le réseau de zones humides situé sur le plateau de Saclay entre le CEA et la forêt domaniale de Palaiseau présente également un grand intérêt pour les amphibiens. Trois espèces de tritons, une espèce de crapaud et la Grenouille verte, toutes protégées nationalement, s'y reproduisent. Se trouve notamment le Triton crêté, espèce listée en annexe II de la Directive « Habitats ».

Au niveau de l'OA 14, la rigole des Granges, partiellement en eau en 2013 et 2014, accueille une espèce : le Triton palmé. Les prospections de 2014 n'ont pas permis d'identifier à nouveau l'espèce. L'assèchement de la rigole est un des facteurs expliquant que l'espèce n'y soit plus présente en 2014 en période de reproduction.

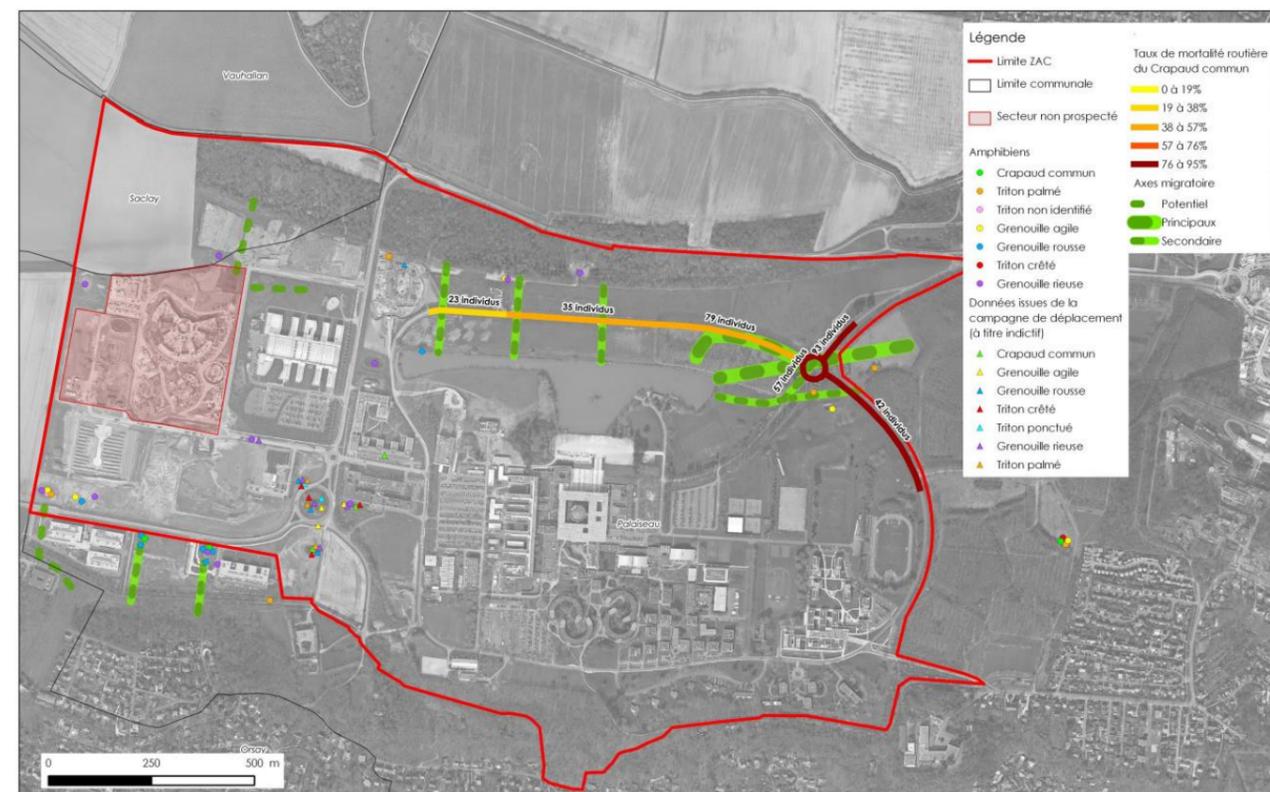


Plan de référence



Au niveau de l'OA 15, les milieux herbacées et en eau du Golf sont utilisés pour le transit et la reproduction du Crapaud commun, de la Grenouille verte, de la Grenouille rieuse, et de la Rainette verte (mâle chanteur en 2014 uniquement).

Au niveau de la ZAC QOX, des suivis de population sont effectués depuis 2013 dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC QOX. Ces investigations ont fait état de 7 espèces présentes sur le site en 2013 (l'Alyte accoucheur n'étant plus observé au niveau de la mare IOGS par rapport à l'état initial réalisé en 2012) et de 6 espèces en 2014 (le Triton ponctué n'a pas été retrouvé et le suivi n'a pas été poursuivi sur les sites où l'espèce était connue).



Suivis environnementaux des amphibiens sur la ZAC QOX (EPPS 2014)

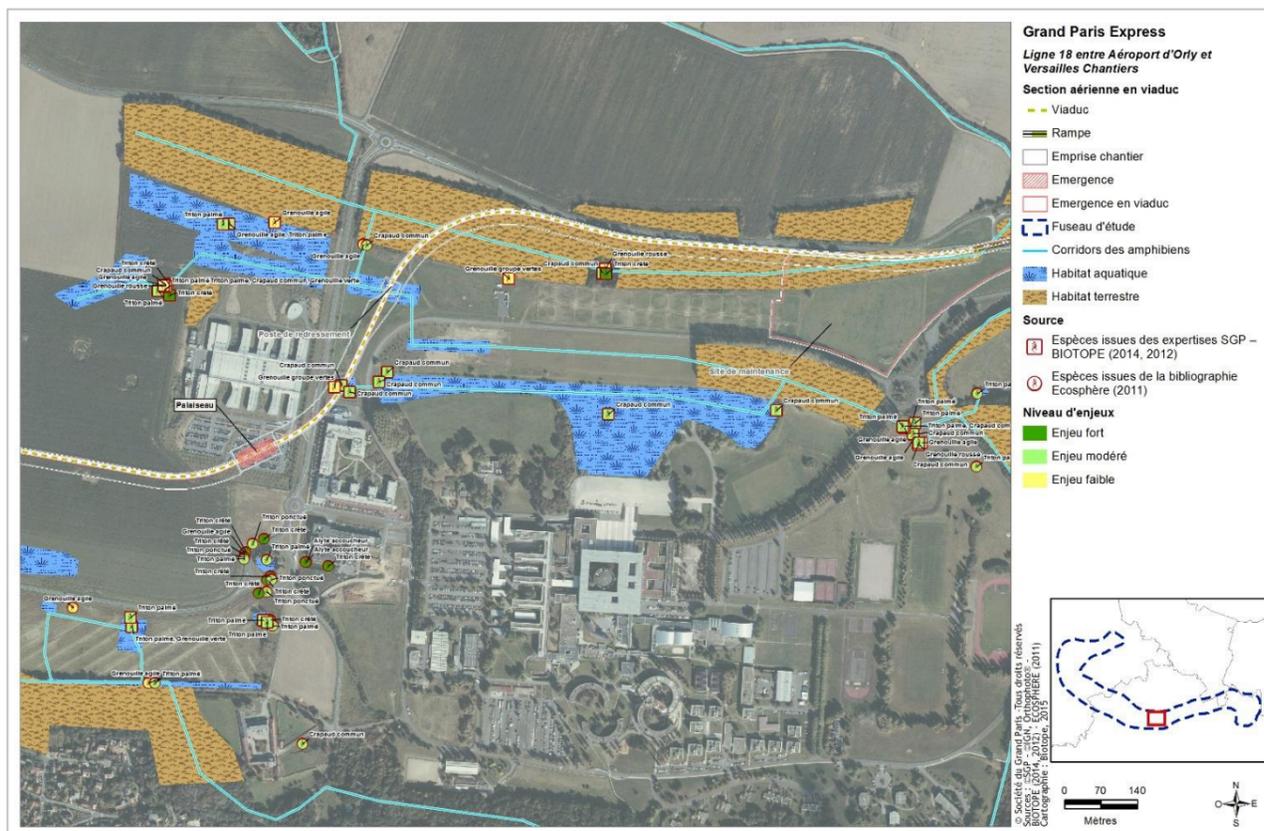
Sur la section aérienne, les nombreuses rigoles et fossés permettent à de nombreuses espèces d'amphibiens de se reproduire et d'effectuer tout leur cycle de vie (présence de zones arborées).

A la remontée du viaduc vers le CEA, le viaduc rencontre notamment la rigole de Corbeville au niveau de laquelle se reproduisent le Triton crêté, le Triton palmé et le Triton ponctué.

En longeant le front urbain et boisé de Châteaufort, le viaduc s'insère du côté nord de la RD 36. Au sud de la RD 36, la rigole de Châteaufort accueille des espèces comme le Triton palmé et la Grenouille verte.

Les autres émergences du projet sont suffisamment éloignées des zones de reproduction ou d'hivernage pour n'engendrer aucun impact sur les amphibiens.

Carte de localisation des amphibiens par rapport aux emprises chantier – Zoom sur la ZAC QOX



de ces ouvrages est susceptible d'impacter la qualité des milieux terrestres des amphibiens présents à proximité. Toutefois, les espèces présentes aux alentours de ces ouvrages sont communes et de simples mesures permettent de limiter l'impact du projet.

Les emprises chantier du viaduc impactent sur le plateau de Saclay des milieux de reproduction et terrestres d'espèces :

- Au niveau du SMR et du boisement de la Croix de Villebois, habitats terrestre du Triton crêté qui a trouvé refuge dans une mare du boisement (habitat de reproduction non impacté directement par le projet, impact sur les habitats terrestres) pendant les travaux de la ZAC. Le Crapaud commun, la Grenouille rousse, la Grenouille verte utilisent également ces habitats terrestres comme lieu d'hivernage ;
- Au niveau de la mare 59H à l'ouest du bassin de l'Ecole Polytechnique où se reproduisent le Crapaud commun et la grenouille verte. La mare se situe sur l'emprise chantier pressentie. Toutefois, au vu des enjeux écologiques de la mare, des solutions d'évitement seront mis en œuvre dans les études approfondies du projet ;
- Au niveau du franchissement de la rigole de Corbeville par le viaduc dans la remontée vers le CEA où se reproduisent trois espèces de Tritons : palmé, ponctué et crêté. Le milieu de reproduction ne sera pas directement impacté grâce à la mise en place de mesure d'évitement et de réduction ;
- Au niveau du viaduc qui longe la frange urbaine et boisée de la rigole de Châteaufort où se reproduisent des Grenouilles vertes et le Triton palmé. La base chantier se trouve dans zone agricole non favorable au groupe. Il conviendra de s'assurer de l'absence d'individus sur site avant la mise en place du chantier.

2.2.6.2 Impacts et mesures du projet sur les amphibiens en phase chantier

Risque de dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'amphibiens et des individus

Les travaux pourront être à l'origine d'une génération de poussières (en raison de la circulation des engins notamment), source de pollution et de dégradation pour les habitats de reproduction des amphibiens.

D'autre part, les amphibiens adoptent des comportements grégaires lors des périodes de reproduction et peuvent se déplacer massivement des lieux d'hivernage vers les sites de reproduction. De la même manière, ils effectuent des déplacements postnuptiaux vers les sites d'estivage puis d'hivernage. Certains axes de déplacement préférentiels des amphibiens ont été mis en évidence au niveau de la ZAC QOX et aux abords de quelques rigoles. Les travaux peuvent donc fragmenter et détruire les milieux des amphibiens de manière temporaire en phase chantier ou permanente au niveau d'ouvrage, de gare et de pile de viaduc.

Les emprises des sections souterraines sont situées en dehors des zones de reproduction des amphibiens. Sur les sections souterraines de la ligne 18, seuls 3 ouvrages annexes sont situés à proximité d'habitats de reproduction d'amphibiens : l'OA 6, l'OA 14 et l'OA 15. Ainsi l'aménagement

MESURES D'EVITEMENT

Etude de variante pour la mare 59H

Au regard des enjeux floristiques et faunistiques présents sur cette mare, les études ultérieures du projet évalueront la faisabilité d'un évitement auquel cas aucun impact direct par effet d'emprise ne sera effectif.

Etude de variante de tracé sur la ZAC QOX et discussions en cours avec l'EPPS

L'étude de variantes de tracé en phase préliminaire du projet a permis d'intégrer les enjeux environnementaux et notamment la fonctionnalité existante et à venir du territoire pour les amphibiens.

Ainsi, la SGP s'est rapproché de l'EPPS et des institutions présentes sur la ZAC QOX afin d'identifier le tracé le moins impactant selon différents critères. En effet, sur ce secteur, les enjeux écologiques pour le groupe sont forts et le projet de ZAC a nécessité l'identification des mesures de compensation *in situ* que le projet du métro a dû intégrer dans son cahier des charges.



- La création de 5 mares au nord du secteur Nord-Est de la ZAC, au sein du site Polytechnique et en forêt de Palaiseau ;
- La création de bosquets favorables à l'hivernage et à l'estivage des amphibiens aux bords des mares et dépressions humides en périphérie Ouest du projet ;
- L'aménagement de tas de bois et de pierres, favorables à l'estivage et à l'hivernage des amphibiens et des reptiles, dans l'emprise des noues Sud.

A noter que **l'identification des sites de compensation reste des principes de localisation conçus en lien avec les projets d'aménagements**. En effet, un comité scientifique se tient à minima deux fois par an pour valider les actions sur la biodiversité menées dans le cadre des travaux d'aménagement de la ZAC QOX.

Des discussions sont actuellement en cours entre la SGP et l'EPPS pour adapter au mieux le projet de métro et coordonner la planification spatiale et temporelle des mesures de l'EPPS à mettre en œuvre sur la ZAC QOX.

Les sites en discussion et les propositions en réflexion sont les suivantes :

- les futures zones humides XX et WW plus au sud du boisement, en continuité de la haie dense d'essences forestières prévues pour le Bouvreuil pivoine et qui servira de support de déplacement et à l'estivage des amphibiens ;
- la dépression n°2, n°5 et les zones humides CC et n°52 pour une intégration des différentes planifications temporelles et spatiales des projets. Une attention particulière est à porter sur la dépression n°2 qui doit être créée avant 2019.

Localisation de principe des sites d'accueil du triton crêté après mise en œuvre des mesures d'atténuation et de compensation pour la ZAC QOX (EPPS, 2012) – mise en perspective avec le passage du métro de la ligne 18

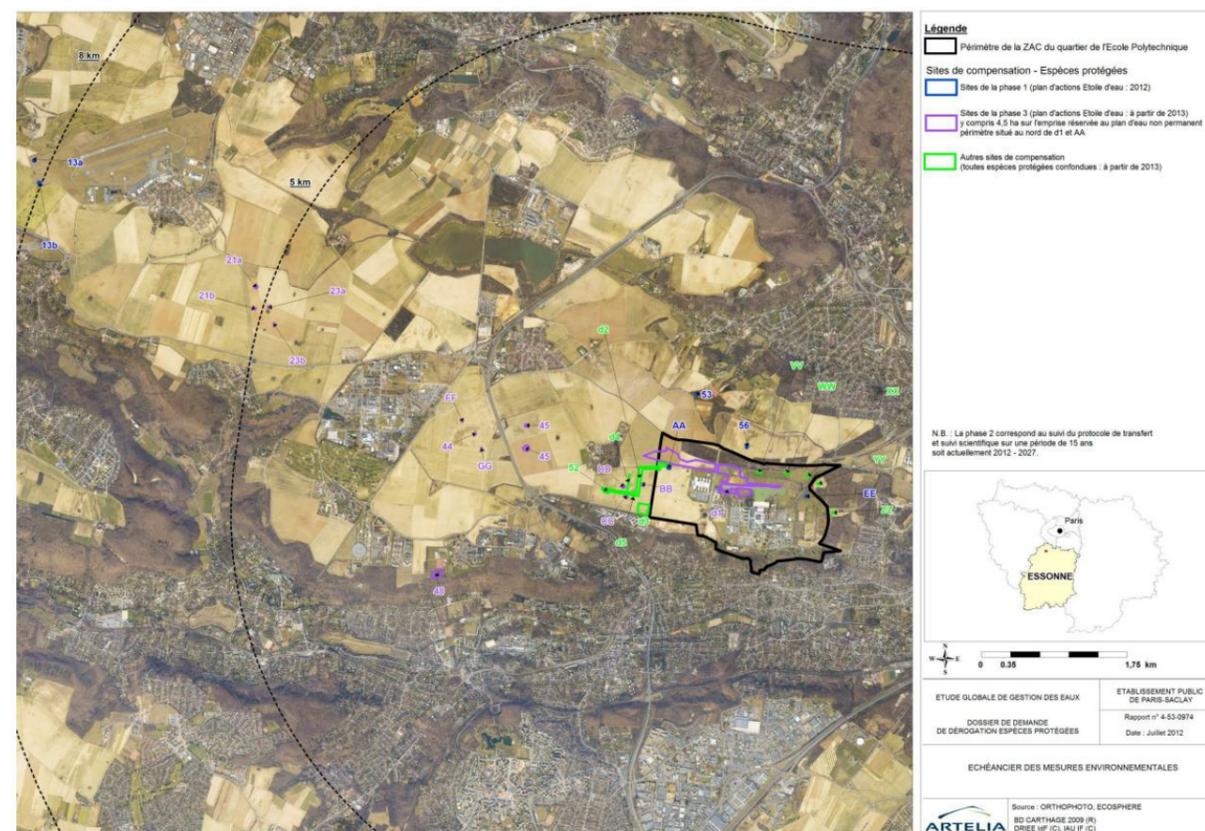
Malgré l'étude des variantes de tracé, certaines contraintes techniques liées aux effets des vibrations sur les laboratoires annexes, ont contraint le choix du tracé de référence. Ainsi, le tracé du métro s'inscrit au niveau des sites suivants :

- Zones humides XX ;
- Zones humides WW ;
- Dépression n°2 ;
- Dépression n°5 ;
- Zone humide CC ;
- Zone humide n°52 ; Les bassins en eau non permanent, seules mesures déjà mises en œuvre en 2014.

La localisation du viaduc et du SMR ne remettent toutefois pas en cause la réalisation des mesures qui seront mises en œuvre au fur et à mesure et au plus tard avant le 31 décembre 2032 d'après l'arrêté préfectoral n°2012/DRIEE/132 portant dérogation à l'interdiction d'atteinte à plusieurs espèces ou habitats d'espèces protégées.

L'arrêté prévoit notamment :

- La création de dépressions humides, à l'Ouest de la ZAC sur des terrains dont l'EPPS devra avoir maîtrise foncière, d'au moins 4,7 ha. Le corridor et la dépression D2 devront être constitués avant le 31 décembre 2019 ;



Echéancier de mise en œuvre des mesures environnementale (en 3 phases) (EPPS, 2012)

MESURES DE REDUCTION

- **Pose de barrières anti-retours**

Sur les emprises chantiers des OA 14, 15, au niveau de la traversée de la ZAC QOX et au niveau du franchissement de la rigole de Corbeville, des barrières anti-retour, ou barrières-anti-intrusion, seront disposées autour de la base chantier selon les préconisations d'un écologue de telle manière à ce que les individus puissent sortir de la zone de chantier, mais ne pas y entrer. Ces barrières sont particulièrement efficaces pour les espèces dont les capacités de saut sont limitées (tritons notamment).

Sur l'ensemble des espèces identifiées, le Triton crêté est le premier à migrer des habitats d'hivernage vers les habitats de reproduction sur une période couvrant les mois de janvier à mai. Les autres espèces migrent vers les habitats de reproduction de février à mars. Des barrières anti-retour seront donc installées suite à la migration vers les habitats de reproduction aux alentours du mois d'avril. Ces barrières permettront aux amphibiens de sortir de la future zone de chantier et de ne plus revenir dans la zone de chantier qui sera notamment défrichée au niveau de la Croix de Villebois.



Exemple de barrière anti-retour (Biotope)

- **Adaptation des périodes de défrichage et déplacement des individus**

Au niveau de la Croix de Villebois, la mise en place du chantier nécessite un défrichage de la bande boisée qui s'avère être un habitat terrestre des amphibiens se reproduisant dans la mare centrale.

Après la mise en place des barrières anti-retour et avant la mise en place du chantier, un passage d'écologue s'effectuera afin d'identifier la présence ou l'absence d'individus sur la zone isolée.

Suite à ce passage et en l'absence d'enjeu, les travaux de défrichage pourront s'effectuer préférentiellement en période hivernale de manière à éviter la période de nidification des oiseaux comme prévu précédemment.

Si des individus sont identifiés dans le secteur réservé à l'emprise chantier, un processus de capture/déplacement des individus d'amphibiens sera réalisé avant le démarrage des travaux. Cette opération de transfert de populations consistera à déplacer des individus présents dans l'emprise

chantier pour les placer dans un secteur favorable à proximité (mare au sud du boisement ou autres identifiées à proximité). Les amphibiens seront capturés lors de leur période de reproduction. Si des habitats aquatiques sont identifiés dans l'emprise, ils seront ensuite comblés et l'emprise chantier restera isolée du reste du boisement par la mise en place d'une clôture imperméable aux amphibiens afin d'éviter leur recolonisation.

- **Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville**

Afin de limiter les impacts du chantier sur la rigole de Corbeville, deux ouvrages de franchissement seront installés au niveau des passages sur la rigole si nécessaire.

La traversée du cours d'eau se fera perpendiculairement à celui-ci afin de réduire le linéaire touché par les travaux.

Dans ce contexte, l'objectif des travaux est d'installer un mini-pont avec une arche en acier galvanisé. Il s'agira donc d'installer une demi-buse provisoire le temps du chantier. Les buses rondes seront évitées puisque leur installation nécessite d'intervenir sur le lit du ruisseau.

Ces ouvrages, généralement utilisés dans le cadre de travaux forestiers, supportent des poids d'environ 5T/essieux.

Afin d'éviter des impacts indirects sur le milieu naturel par pollution accidentelle, des précautions seront prises pour éviter la pollution des eaux du fait des engins de chantiers (le nettoyage et le stockage des engins se feront à l'écart du cours d'eau), et par mise en suspension de sédiments (chantier imperméable avec des barrières).

Les abords du chantier seront nettoyés. Le cas échéant, les déblais seront régalez de telle façon que toute possibilité qu'ils soient entraînés vers le cours d'eau sera écartée et sans constitution de rehaussement de berges. Les matériaux en trop seront évacués vers une décharge contrôlée.

L'enlèvement de ce dispositif se fera de manière à limiter la mise en suspension des fines dans le cours d'eau. Après enlèvement des ouvrages, les berges seront reconstituées dans leurs formes et natures (pente, végétalisation, etc.).

- **Remise en état des sites après travaux**

Le boisement de la Croix de Villebois sera reboisé par des essences adaptées au contexte local tout en répondant aux contraintes liées à la présence de viaduc (hauteur de cime par rapport au viaduc par limiter les feuilles mortes sur le viaduc, distance par rapport au viaduc, etc.).

Les ouvrages mis en place pour la traversée de la rigole de Corbeville seront enlevés et les berges restaurées comme explicité précédemment.

MESURES DE SUIVI

De manière générale, un suivi environnemental de chantier sera mis en œuvre au travers de la participation d'un écologue à la phase de préparation des travaux, à la phase chantier et post-chantier afin de s'assurer que les aspects liés à l'écologie soient bien considérés et les mesures définies ci-avant respectées.

En ce qui concerne les amphibiens, ce suivi consisterait :

- Avant le démarrage des travaux : des inventaires complémentaires seront réalisés au niveau de la rigole de Châteaufort, étant donné que le viaduc s'insère sur la partie nord de la RD 36, les impacts sur les populations d'amphibiens semblent extrêmement limités puisqu'aucun habitat favorable n'est présent sur la partie nord où s'installe le viaduc. Un passage de l'écologue en charge du suivi du chantier permettra de s'assurer de l'absence d'impact. L'écologue participera à la définition des mesures si des enjeux étaient identifiés suite à ces expertises ;
- Avant le démarrage des travaux : Mise en place des barrières anti-retour autour des futures emprises chantiers ;
- En phase chantier : des visites de terrain seront réalisées par l'écologue en fonction du planning des travaux et du cycle écologique des espèces (vérification de l'adaptation du calendrier travaux hors période de nidification, etc.) ;
- En fin de chantier : enlèvement des barrières anti-retour et des ouvrages de franchissement de la rigole de Corbeville ;
- A l'issue de la phase chantier : suivi des espèces patrimoniales connues et impactées selon disposition suite au dossier de demande de dérogation à l'interdiction de destruction des espèces protégées

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'amphibiens ainsi que des individus (impact direct, permanent et à court terme) est considéré comme modéré sur le Triton crêté. Les populations déjà affaiblies par le projet de la ZAC QOX ont été déplacé dans la mare du boisement de la Croix de Villebois. Ce boisement défriché à 50% sur près de 3,5 ha pour les besoins de construction du viaduc est une perte nette d'habitat d'hivernage pour l'espèce.

La perte d'habitat terrestre pour le Triton crêté est à compenser selon les résultats des suivis écologiques.

2.2.6.3 Impacts et mesures du projet sur les amphibiens en phase d'exploitation

• **Dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes**

En phase d'exploitation, les habitats d'espèces conservés suite aux travaux d'aménagement peuvent subir des dégradations lors de l'entretien des espaces verts associés aux ouvrages si aucune précaution n'est prise.

MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

Afin de réduire au maximum les impacts sur les habitats et les espèces qui leur sont inféodées, les espaces verts associés au projet feront l'objet d'une gestion extensive (fauche tardive notamment, pas d'utilisation de pesticide, etc.).

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes (impact indirect, permanent et à long terme hors périmètre des compétences de la SGP) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

2.2.6.4 Synthèse des impacts et mesures sur les amphibiens

Elément projet	Eléments naturels concernés	Impacts	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
OA 6	- Parc de Wissous à proximité avec éléments favorables pour les amphibiens	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'amphibiens et des individus - Perte de fonctionnalité des corridors écologiques - des dépendances vertes 	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Etude de variantes pour la mare 59H - Etude de variantes de tracé sur la ZAC QOX et discussions en cours avec l'EPPS et choix de tracé le moins impactant, - Pose de barrières anti-retour, - Adaptation des périodes de défrichage et déplacement des individus si nécessaire, - Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville, - Remise en état des sites <p><u>Suivi environnemental du chantier</u></p>	Négligeable	Mesure de compensation pour le Triton crêté
OA 14	- Rigole des Granges et habitats terrestres pour le Triton palmé			Faible	
ZAC QOX	- Habitats de reproduction et terrestres au niveau de la Croix de Villebois où se reproduit le Triton crêté, la Grenouille rousse et le Crapaud commun			Modéré pour le Triton crêté	
Mare 59 H à l'ouest de l'étang de l'Ecole Polytechnique	- Habitats de reproduction et terrestres du Crapaud commun et de la grenouille verte			Faible	
Viaduc – franchissement de la rigole de Corbeville	- Habitats de reproduction et terrestres pour trois espèces de Tritons : palmé, ponctué et crêté			Faible	
Viaduc – nord RD36 et de la rigole de Châteaufort	- Habitat de reproduction et terrestres de la Grenouille verte et du Triton palmé			Négligeable	
OA 15	- Golf national de Guyancourt à proximité immédiate où se reproduisent le Crapaud commun, la Grenouille verte et rieuse ainsi que la Rainette verte			Faible	

2.2.7. Reptiles

2.2.7.1 Rappel des enjeux liés aux reptiles

A l'issue des prospections de terrain, 4 espèces de reptiles ont été identifiées sur le fuseau d'étude dont trois sont protégées : le Lézard des murailles, la Couleuvre à collier et l'Orvet fragile. La quatrième espèce est considérée comme invasive en France, il s'agit de la Tortue de floride.

Le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*), espèce ubiquiste et thermophile commune en Ile-de-France est connue de tous les départements de la région. L'espèce fréquente une grande variété de milieux ouverts bien exposés au soleil, avec des micro-habitats facilitant la thermorégulation (tas de bois, souches, pierres, constructions...) et se rencontre au niveau des milieux anthropisés comme les habitations, vieux murs, gravats. L'espèce a notamment été observée au niveau du franchissement de la RN 118, des friches du CEA et de friches au niveau de Châteaufort et de Magny-les-Hameaux.

L'Orvet fragile (*Anguis fragilis*), espèce assez commune en Île-de-France est connue de tous les départements de la région. L'espèce est très ubiquiste et souvent abondante. Elle est connue sur la vallée de la Méranaise et est très probablement présente sur l'ensemble fuseau d'étude.

Les milieux favorables au Lézard des murailles et à l'Orvet fragile sont concernés par des emprises chantier liées au projet et seront donc partiellement dégradés voire détruits sur le plateau de Saclay. Toutefois, ces espèces, communes et ubiquistes, peuvent s'accommoder de milieux de natures variées et disposent de milieux favorables dans l'environnement proche du projet.

La Couleuvre à collier (*Natrix natrix*), espèce assez commune en Île-de-France est connue de tous les départements de la région. L'espèce est très ubiquiste et souvent abondante, elle est très probablement présente sur l'ensemble fuseau d'étude et notamment aux abords des milieux aquatiques. L'espèce est présente au niveau du Bois des Roches près de la vallée de la Méranaise. L'espèce n'est donc pas impactée par le projet mais sa capacité de déplacement reste grande et il n'est pas exclue que l'espèce se déplace jusqu'au Golf national de Guyancourt.

La tortue de Floride, espèce naturalisée et considéré comme espèce exotique envahissante, est présente au niveau des plans d'eau de la vallée de la Bièvre.

2.2.7.2 Impacts et mesures du projet sur les reptiles en phase chantier

- **Risque de dégradation voire destruction des habitats d'espèces de reptiles et des individus**

Les habitats des reptiles recensés seront amenés à être dégradés voire détruits au regard de la présence potentielle de ces espèces sur l'ensemble du fuseau (notamment le Lézard des murailles). Ces altérations pourraient conduire au délaissement de ces milieux par les espèces. Toutefois, des habitats de substitution sont présents dans l'environnement du projet. Par ailleurs, le caractère ubiquiste de ces espèces et leur bonne capacité de recolonisation leur permettront probablement de recoloniser une partie des sites réaménagés après travaux.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Afin d'éviter la destruction d'individus en phase travaux, un déplacement ou **un enlèvement des éléments favorables à l'espèce** (tas de bois, gravats, blocs,...) sera réalisé en fin d'été (période

d'activité des animaux, mais reproduction terminée). Cette mesure permettrait aux individus de se répartir sur les espaces favorables alentours sans impacter les phases sensibles (œufs, jeunes, individus en léthargie).

Une nouvelle identification des habitats favorables à l'espèce dans les emprises chantiers sera réalisée par un écologue et définira si besoin la mise en œuvre de mesure comme **la mise en place de caches de substitution** dans des endroits propices à l'accueil de l'espèce pour attirer les individus en dehors de l'emprise des travaux.

Une remise en état des sites après travaux pourra également être l'occasion de mettre en place des murets en pierre sèche ou des noues paysagères favorables à la Couleuvre.



Exemple de murets favorables au Lézard des murailles (©BIOTOPE)

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation voire destruction des habitats d'espèces de reptiles ainsi que des individus (impact direct, permanent et à court terme) est considéré comme faible. Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

- **Impacts par dérangement (bruit, fréquentation humaine)**

Au regard du contexte local fortement marqué par les activités humaines, les dérangements pour les reptiles liés à la présence du chantier ne seront pas significativement augmentés.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Choix technique des matériaux : Les mesures spécifiques au bruit sont développées dans le chapitre correspondant. Elles concernent le choix des équipements de voie les moins générateurs de bruit, une action sur le matériel roulant, une limitation de la vitesse du métro et la mise en place de buttes de terre ou écrans acoustiques aux entrées/sorties de tunnel.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dérangement (impact indirect, temporaire) est considéré comme faible. Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

MESURES DE SUIVI

Un suivi environnemental de chantier sera mis en œuvre au travers de la participation d'un écologue à la phase de préparation des travaux, à la phase chantier et post-chantier afin de s'assurer que les aspects liés à l'écologie sont bien considérés et les mesures définies ci-avant respectées.

2.2.7.3 Synthèse des impacts et mesures sur les reptiles

Elément projet	Eléments naturels concernés	Impacts	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
<p>Potentialité de présence sur l'ensemble du fuseau d'étude</p> <p>Lézard des murailles (franchissement de la RN 118, des friches du CEA et de friches au niveau de Châteaufort et de Magny-les-Hameaux)</p> <p>Orvet fragile (vallée de la Mérantaise)</p> <p>Couleuvre à collier (Bois des Roches près de la vallée de la Mérantaise)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Milieux thermophiles et anthropisés bien ensoleillés avec des micro-habitats (souches, tas de bois, etc.) favorables au Lézard des murailles - Large gamme de milieux plutôt humides et ombragés favorables à l'Orvet fragile - Milieux aquatiques et boisements humides favorables à la Couleuvre à collier 	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation voire destruction des habitats d'espèces de reptiles et des individus - Dérangement des individus (augmentation de la fréquentation aux abords du chantier, bruit, pollution lumineuse) 	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Enlèvement des éléments favorables aux espèces, - Mise en place de caches de substitution <p><u>Suivi environnemental du chantier</u></p>	<p>Faible</p>	<p>Pas de besoin de compensation</p>

2.2.8. Insectes

2.2.8.1 Rappel des enjeux liés aux insectes

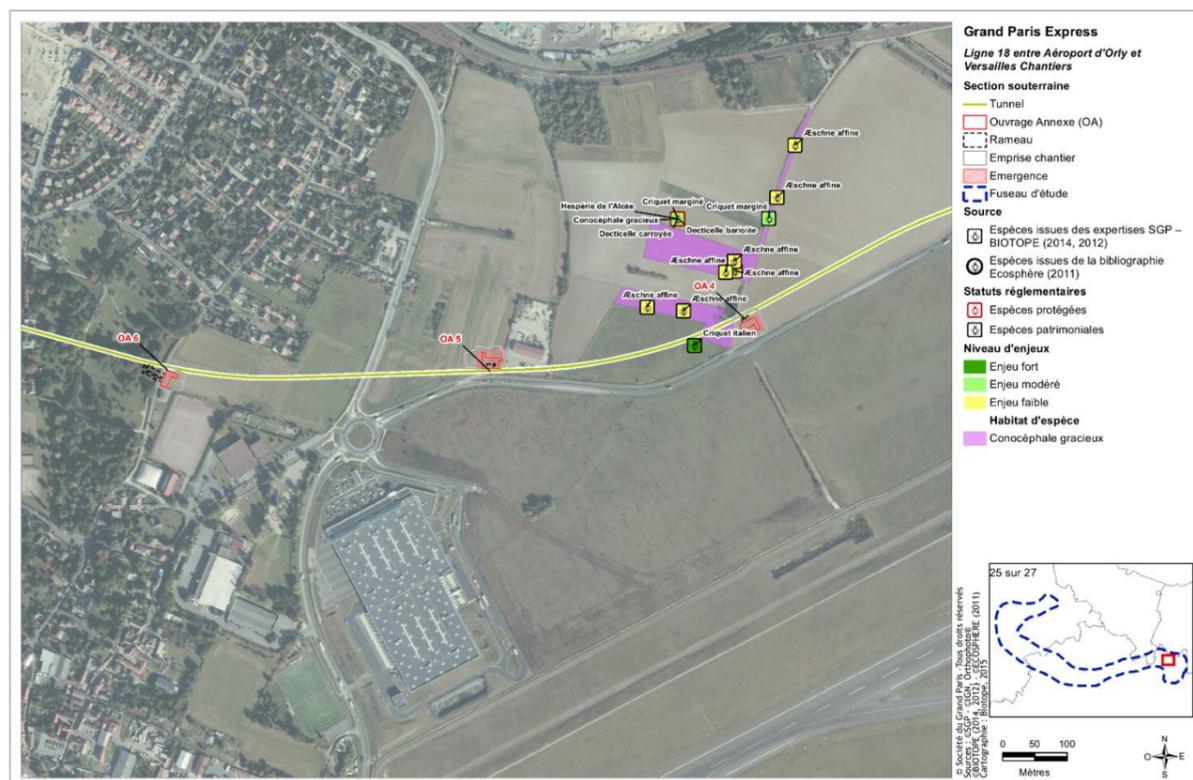
Les expertises de l'entomofaune ont permis de recenser pas moins de 74 espèces d'insectes sur l'ensemble du fuseau d'étude, dont 7 sont protégées, et totalisant :

- 23 espèces de lépidoptères rhopalocères (papillons de jour) ;
- 25 espèces d'odonates (libellules et demoiselles) ;
- 26 espèces d'orthoptéroïdes (criquets, sauterelles, grillons et mantes).

L'analyse des impacts va se porter sur les sites porteurs d'enjeux entomologiques et en interaction avec le projet actuellement retenu ou ses variantes. Ces sites sont présentés ci-après.

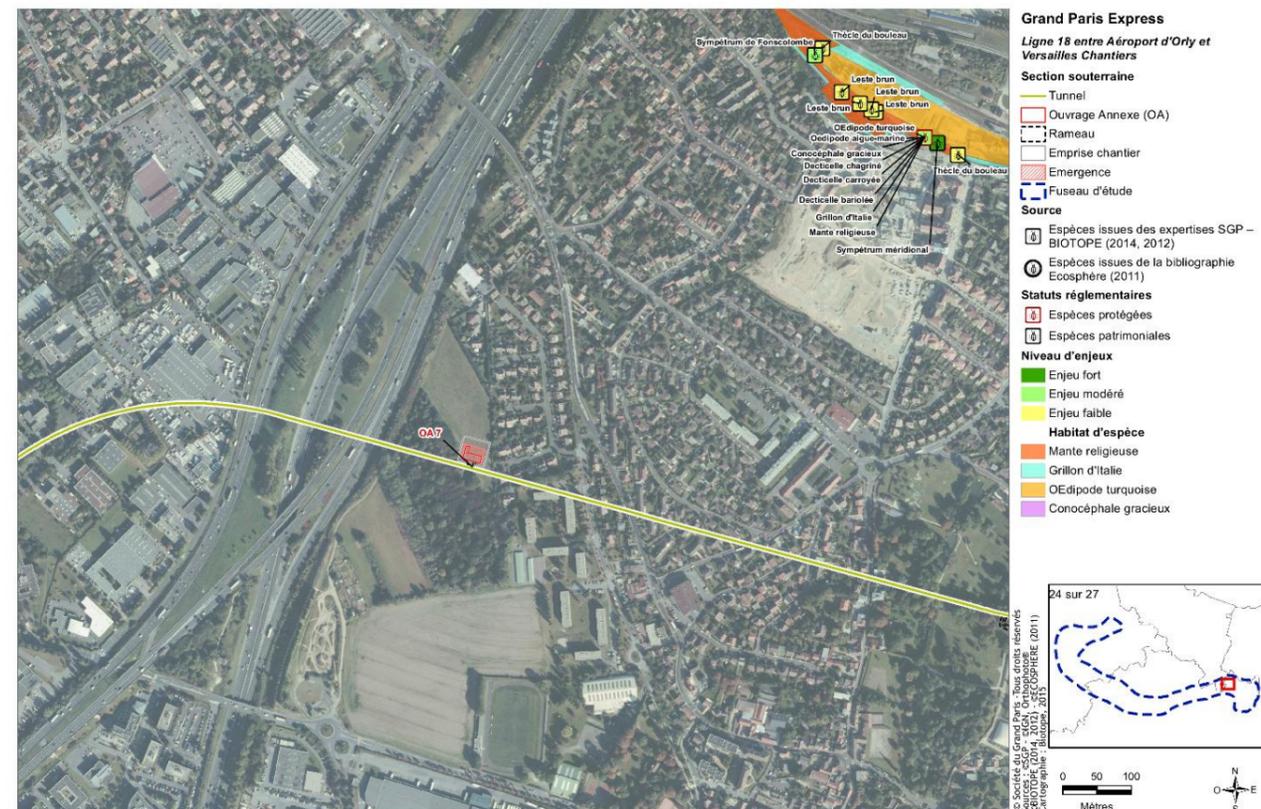
Au niveau de la plaine de Montjean, l'OA 4 et 5 s'inscrit en bord de cultures. Ces milieux sont généralement des barrières quasi-imperméables pour les déplacements des insectes notamment des espèces non volantes. Les grandes cultures peuvent toutefois abriter ponctuellement une entomofaune patrimoniale sur quelques milieux particuliers (chemins, bandes enherbées, bosquets, mouillères etc...). Au niveau de l'OA 4 et 5, les parcelles en jachère ou en friche ainsi que des bords de chemins thermophiles abritent 5 espèces patrimoniales : le Criquet marginé (*Chorthippus albomarginatus*), la Decticelle bariolée (*Roeseliana Roeselii*), la Decticelle carroyée (*Platyceis tessellata*), la Grisette (*Carcharodus alceae*) et le Conocéphale gracieux (*Ruspolia nitidula*), cette dernière espèce étant protégée en région Ile-de-France.

Localisation des espèces patrimoniales et protégées au niveau de la plaine de Montjean



Au niveau de l'OA 7, les expertises naturalistes ont mis en évidence des enjeux écologiques forts pour l'entomofaune avec la présence de 4 espèces protégées et 4 espèces patrimoniales. Ce site a fait l'objet d'une étude de variantes et le choix s'est porté sur un tracé moins impactant d'un point de vue écologique notamment pour l'entomofaune.

Localisation des espèces patrimoniales et protégées au niveau de l'OA 7 (variante étudiée au nord du secteur où les enjeux insectes sont forts)



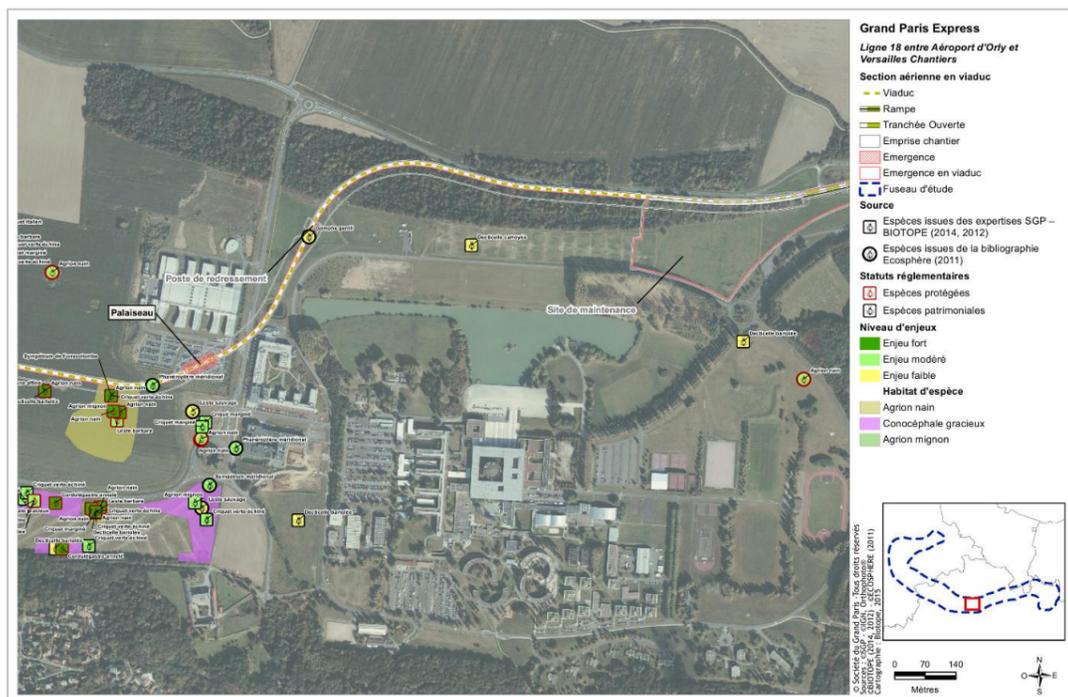
Variantes de tracé étudiées entre Aéroport d'Orly et Antonypôle

Les espaces verts de l'OA 8 près de l'Agro Paris Tech accueillent deux espèces patrimoniales : le leste brun et la Decticelle bariolée dont une partie des habitats sera impacté par l'installation de l'ouvrage. Ces espèces sont assez communes et commune en Ile-de-France et trouveront des habitats de report dans les espaces verts à proximité.

L'OA 14 s'insère près de la rigole des Granges qui présente un intérêt entomologique lorsque celle-ci est en eau. Deux espèces patrimoniales sont présentes : le Criquet marginé et la Decticelle bariolée aux enjeux de conservation respectifs modéré et faible. La base chantier de l'ouvrage est prévue dans l'espace agricole, non favorable aux espèces et qui sera investi par la ZAC Camille Claudel en amont des travaux prévus pour la ligne 18.

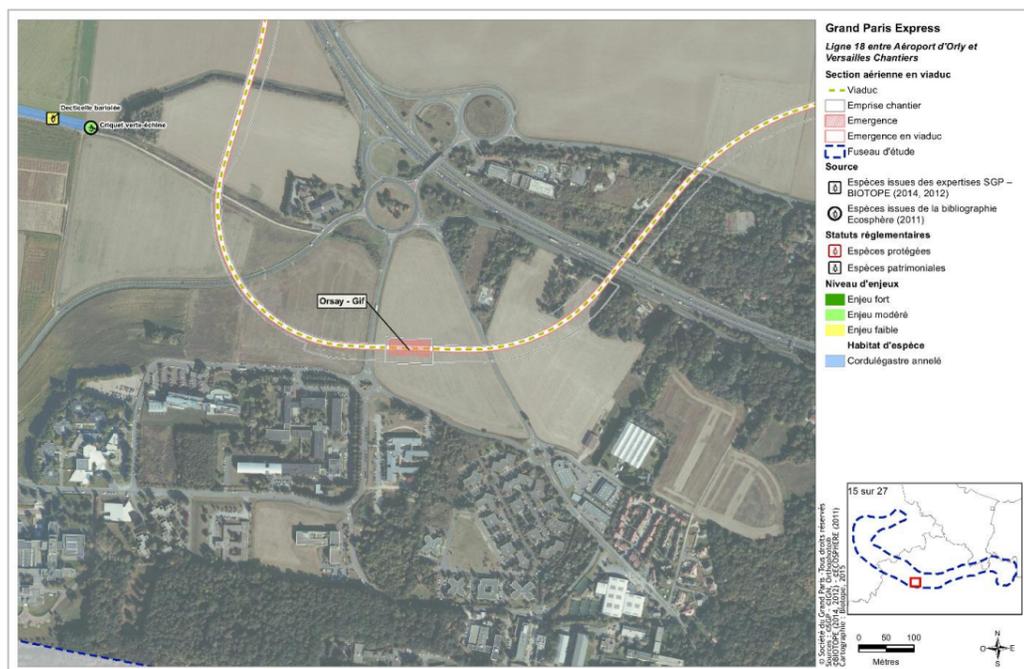
La ZAC QOX abrite un grand nombre d'espèces d'insectes protégées et/ou patrimoniales, notamment sur l'ensemble des zones humides et des mouillères au sein de la zone d'étude. De nombreuses espèces restent potentielles sur ce secteur d'intérêt, bien couvert par la bibliographie et les suivis réalisés par l'EPPS. Les impacts se localisent principalement au niveau des zones humides 54H et 54C.

Localisation des espèces patrimoniales et protégées au niveau de la ZAC QOX (EPPS, 2011 - BIOTOPE, 2014)



Le viaduc traverse ensuite la rigole de Corbeville. La rigole peut être considérée dans son ensemble comme un habitat d'espèces pour le Cordulégastre annelé (*Cordulegaster boltonii*), et est donc considérée à ce titre comme porteuse d'enjeux forts, notamment eu égard à la présence d'autres espèces remarquables sur cette faible surface : le Criquet verte-échine (*Chorthippus dorsatus*), la Decticelle bariolée (*Roeseliana roeselii*) et l'Aeshne affine (*Aeshna affinis*)

Localisation des espèces patrimoniales et protégées au niveau de la rigole de Corbeville



Au niveau de la gare du CEA (gare non incluse dans cette présente étude mais les travaux de viaduc font l'objet de l'analyse d'impact), le viaduc se construira en partie sur une friche riche en Orthoptères et présentant des effectifs conséquents d'Oedipode turquoise, espèce protégée en Ile-de-France ainsi que de nombreuses espèces patrimoniales : Leste barbare, Grillon d'Italie, Leste brun, Leste verdoyant et Thécla du Bouleau.

Localisation des espèces patrimoniales et protégées au niveau de la friche du CEA



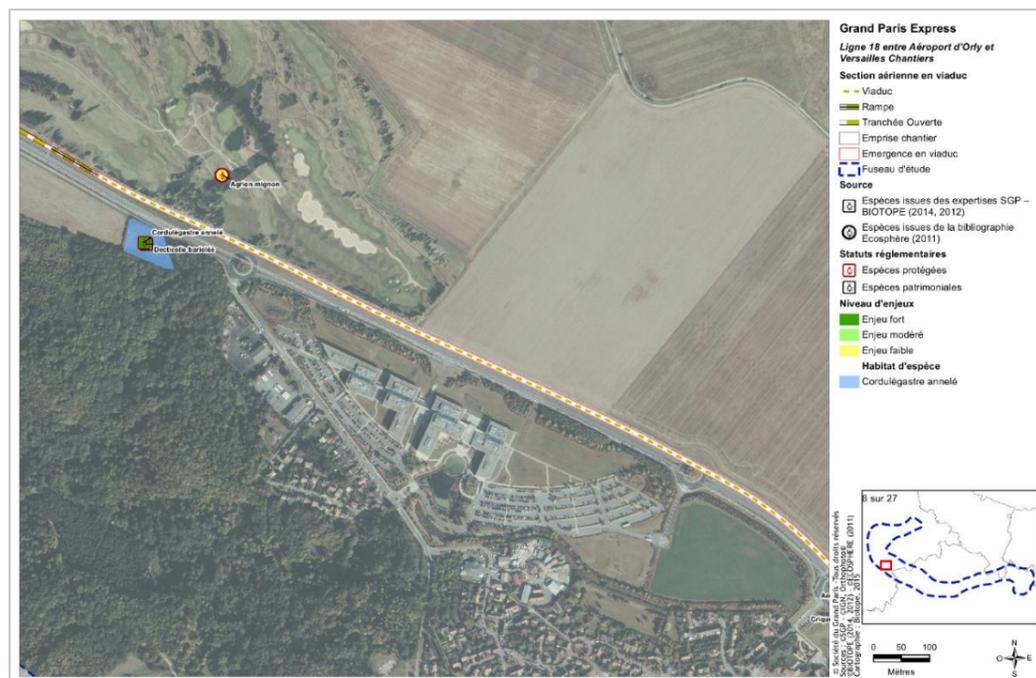
La friche au niveau de Châteaufort « la Perruche » accueille une entomofaune riche avec 3 espèces patrimoniales d'Aeshne affine, le Criquet marginé et le Conocéphale gracieux, espèce protégée en Ile-de-France.

Localisation des espèces patrimoniales et protégées au niveau de la friche de la « Perruche »



Enfin, les mouillères en fond de parcelle agricole au sud du Golf national de Guyancourt rendent le site favorable à une entomofaune variée. Les zones de reproduction du Cordulégastre annelé sont majoritairement localisées sur le bassin de décantation situé directement au nord du bois des Roches, au sud de la RD36.

Localisation des espèces patrimoniales et protégées au niveau du Golf national de Guyancourt



2.2.8.2 Impacts et mesures du projet sur les insectes en phase chantier

• Risque de dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'insectes et des individus

Une part importante des habitats favorables à l'entomofaune remarquable seront amenés à être détruits à l'échelle du fuseau d'étude. Cette perte d'habitats est jugée préjudiciable pour plusieurs espèces malgré leur pouvoir de dispersion qui reste limité aux habitats favorables au groupe.

Les emprises des sections souterraines sont, pour la plupart, situés en secteur non favorable aux insectes. Seuls 3 ouvrages annexes sont situés à proximité d'habitats où ont été observés des insectes : l'OA 4 et 5, l'OA 8 et l'OA 14. Ainsi, l'aménagement de ces ouvrages vient impacter la qualité des milieux favorables présents à proximité :

- Milieux thermophiles, herbeux thermophiles et thermohygrophiles pour l'OA 4 et 5. La surface des ouvrages n'occupant que quelques mètres carrés, les espèces trouveront des habitats de report sur les friches et bords de chemin agricole à proximité ;
- Milieux de type parc et jardin au niveau de l'OA 8. Les espèces présentes sont ubiquistes et trouveront refuge dans des habitats de report sur le parc et les friches présentes aux alentours ;
- Milieux thermohygrophiles au niveau de l'OA 14 qui est largement impacté par le passage en aérien sur ce secteur.

Les emprises chantier du viaduc impactent sur le plateau de Saclay des milieux très favorables aux insectes comme :

- Des milieux aux eaux stagnantes, souvent temporaires, pour les espèces au comportement pionnier comme l'Agrion nain présent au niveau de la zone humide 54H ou encore des milieux thermohygrophiles pour le Criquet Vert-échine par exemple. Ces milieux seront déjà impactés par le projet de la ZAC QOX et font déjà l'objet de mesures de réduction et de compensation pour l'Agrion nain notamment ;
- Des ruisseaux et fossés de la rigole de Corbeville, lieu de reproduction du Cordulégastre annelé ;
- Des milieux xérophiles pour l'Oedipode turquoise et des milieux aux eaux stagnantes, souvent ensoleillées au niveau de la friche du CEA ;
- Des milieux herbeux thermophiles et thermohygrophiles pour les espèces présentes sur la friche de la Perruche à Châteaufort.

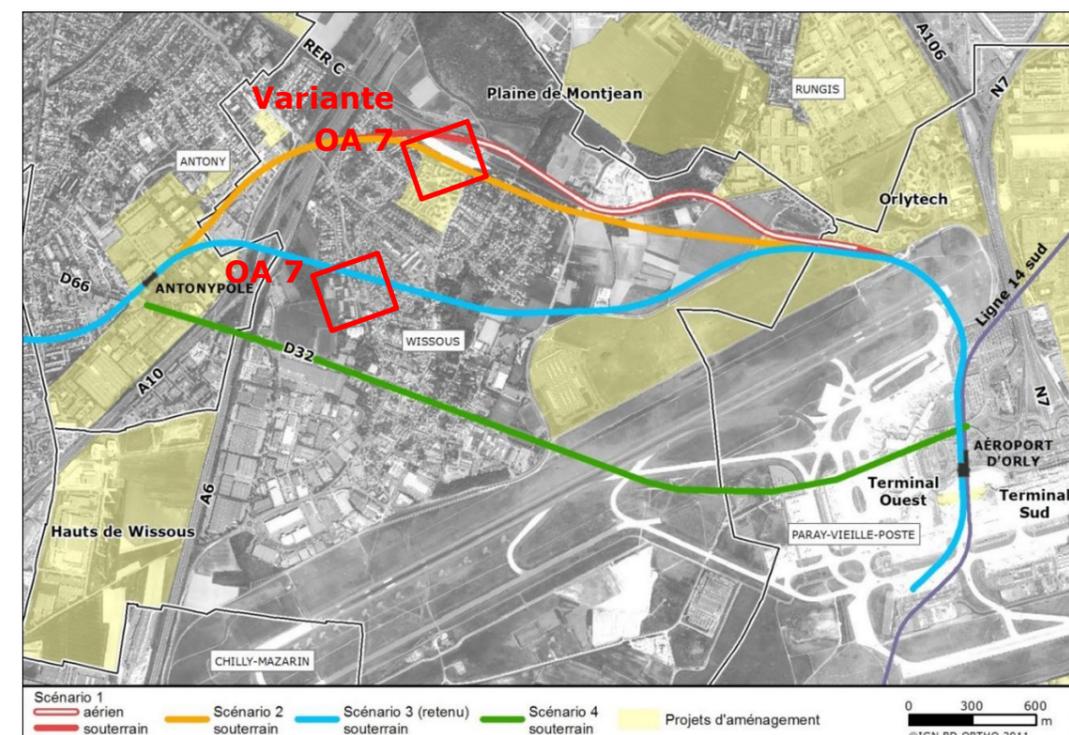
Ainsi, le projet entraîne une fragilisation de certaines populations d'insectes qui peut être réduit par la mise en place de mesures.

MESURES D'ÉVITEMENT

Etude de variantes

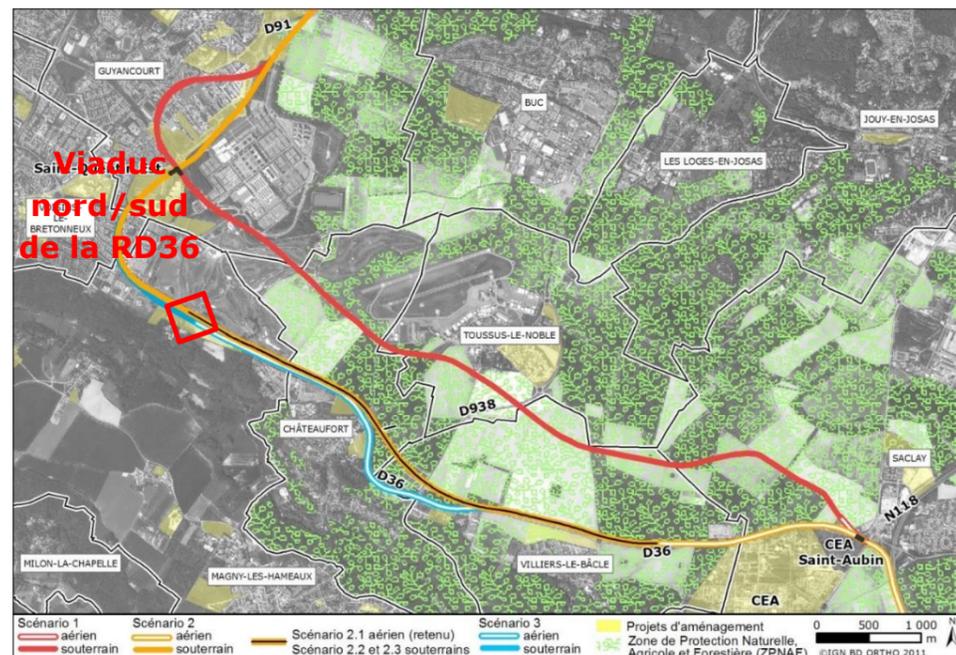
L'étude des variantes de tracé a permis d'éviter la destruction d'habitats riches en entomofaune et présentant des enjeux écologiques forts sur l'OA 7 avec la présence de 4 espèces protégées et 4 espèces patrimoniales. Le site a fait l'objet d'une étude de variantes et le choix s'est porté sur un tracé moins impactant d'un point de vue écologique.

L'impact sur l'entomofaune au niveau de l'ouvrage 7 est donc nul de par son déplacement dans un contexte urbain, peu favorable au groupe.



Les variantes de tracé étudiées au niveau du Golf national de Guyancourt ont également permis d'éviter des impacts sur les zones de reproduction (bassin de décantation) du Cordulégastre annelé, espèce protégée à enjeu fort. Le tracé du métro retenu passe au nord de la RD 36 évitant ainsi tout impact sur les populations d'insectes observés sur ce site.

Variantes étudiées sur la section CEA - Guyancourt



MESURES DE REDUCTION

Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville

Afin de limiter les impacts du chantier sur la rigole de Corbeville, deux ouvrages de franchissement seront installés au niveau des passages sur la rigole si nécessaire. Ainsi, les berges ne seront pas ou peu impactées par le projet. De plus, la remise en état de la rigole sur sa partie sud devrait augmenter les habitats de reproduction du Cordulégastre annelé qui n'a été observé que sur le nord de la rigole.

MESURE EXPERIMENTALE

Déplacement des orthoptères

Le déplacement des orthoptères constitue une mesure expérimentale dans la mesure où peu de retour d'expérience existe à ce sujet, notamment sur le territoire français et plus particulièrement en Ile-de-France. Au-delà de l'objectif de réduction de l'impact par destruction d'individus, la mise en œuvre de cette mesure permettra de disposer d'un retour d'expérience sur le déplacement d'orthoptères. Une adaptation de cette mesure sera envisagée sur la base du retour d'expérience qui aura été acquis dans le cadre de la mise en œuvre de cette mesure sur le projet de la Ligne 15 Sud. En effet, les courtes générations des espèces ciblées par cette mesure assureront un rapide retour d'expérience.

Les espèces ciblées par cette mesure seront capturées au niveau des futures emprises chantier puis relâchées sur les habitats de report identifiés in situ. Les habitats d'espèces concernés par les

emprises chantier seront ensuite rendus défavorables aux espèces (fauche et terrassement) afin d'éviter que les individus déplacés ne colonisent à nouveau ces milieux.

Les espèces seront déplacées *in situ* dans l'objectif de maintenir les populations d'espèces sur le site concerné par les impacts du projet. Le déplacement *in situ* est rendu possible par :

- le maintien en dehors des emprises chantier d'habitats de report favorables aux espèces ciblées ;
- la restauration de ces milieux aux alentours des emprises chantiers ;
- la non saturation des habitats de report ciblés.

MESURES DE SUIVI

Passage sur site

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par effet d'emprise lors des travaux est considéré comme modéré. Des mesures de compensation sont donc nécessaires et sont détaillées dans le chapitre correspondant.

La mise en place de restauration sur les principaux secteurs concernés par des impacts en majorité temporaires peut permettre de compenser l'impact sur les habitats et les espèces et d'apporter une réelle plus-value écologique puisque ces friches sont globalement en mauvais état de conservation.

- **Risque de dégradation des habitats de reproduction des cortèges inféodés aux milieux aquatiques par pollution accidentelle**

Toutes les espèces liées aux milieux aquatiques sont particulièrement sensible aux variations de la qualité de l'eau (notamment en phase de vie larvaire). Si les eaux de ruissellement ne sont pas collectées ou traitées avant rejet dans le milieu naturel, tous ces cortèges pourraient être impactés.

MESURES D'EVITEMENT

Développer une base chantier imperméable : les risques de pollution sont aléatoires et difficilement quantifiables mais il est assez facile de s'en prémunir moyennant quelques précautions élémentaires qui devront être imposées aux entreprises chargées des travaux :

- Assainissement du chantier (les dispositifs d'assainissement définitifs seront réalisés le plus tôt possible afin qu'ils soient opérationnels pendant la phase de travaux ;
- Décantation des eaux du chantier avant rejet ;
- Aires spécifiques pour le stationnement et d'entretien des engins de travaux ;
- Dispositifs de sécurité liés au stockage de carburant, huiles et matières dangereuses ;
- Conditions météorologiques adéquates pour la mise en œuvre des matériaux bitumeux notamment (hors période pluvieuse)

MESURES DE SUIVI

Un entretien régulier visant à enlever les objets flottants (bouteilles, papiers, branchages, etc.) et à nettoyer les abords du chantier (notamment les berges de la rigole de Corbeville) sera réalisé durant toute la phase chantier jusqu'à la remise en état du site.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation d'habitat par pollution accidentelle est faible.

2.2.8.3 Synthèse des impacts et mesures sur les insectes

Élément projet	Éléments naturels concernés	Impacts	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
OA 4 et 5	- Milieux thermophiles, herbeux thermophiles et thermohygrophiles	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'insectes et des individus - Dégradation des habitats de reproduction des cortèges inféodés aux milieux aquatiques par pollution accidentelle 	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Etude de variantes - Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville - Déplacement des orthoptères (expérimental) - Développer une base chantier imperméable <p><u>Suivi environnemental du chantier</u></p>	Faible	<p>Mesure de compensation envisagée:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Créer une friche thermohygrophiles et entretenir favorablement les espaces verts alentours au niveau de Camille Claudel - Restaurer la friche xero-thermophile voir thermohygrophile au niveau des friches sèches à humide du CEA et de Châteaufort
OA 8	- Milieux de type parcs et jardins				
OA 14	- Milieux thermohygrophiles				
Zone humide 54H	- Des milieux aux eaux stagnantes, souvent temporaires, pour les espèces au comportement pionnier comme l'Agrion nain ou encore des milieux thermohygrophiles pour le Criquet Vert-échine				
Viaduc – Franchissement de la Rigole de Corbeville	- Des ruisseaux et fossés de la rigole de Corbeville, lieu de reproduction du Cordulégastre annelé				
Viaduc - CEA	- Des milieux xérothermophiles pour l'Oedipode turquoise et des milieux aux eaux stagnantes, souvent ensoleillées				
Viaduc – friche de la « Perruche » - Châteaufort	- Des milieux herbeux thermophiles et thermohygrophiles				

2.2.9. Chauves-Souris

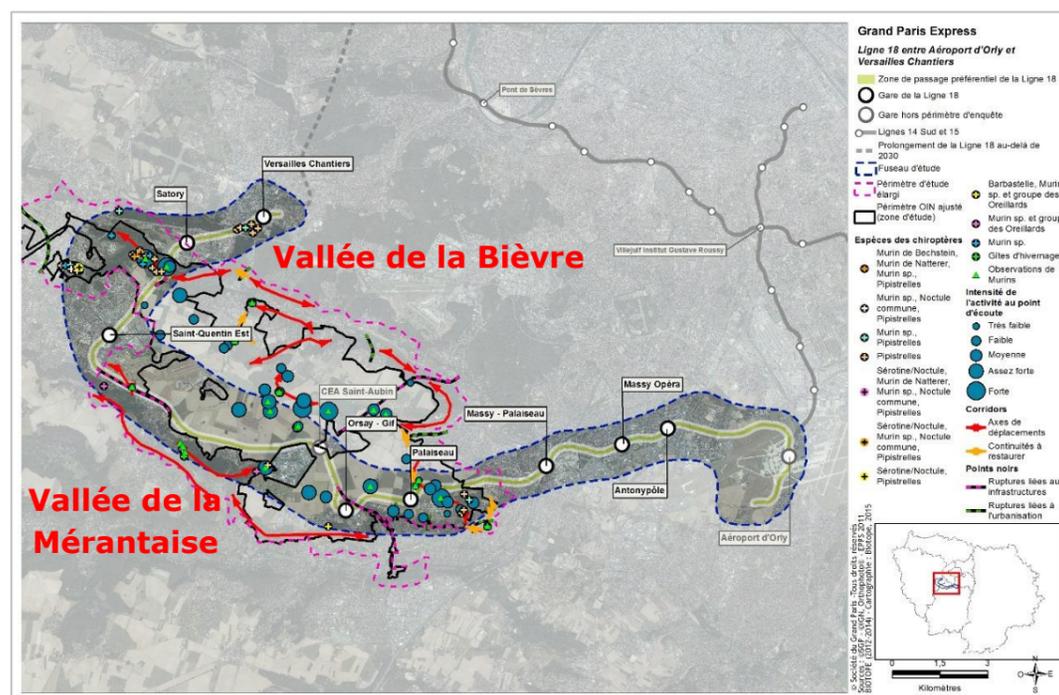
2.2.9.1 Rappel des enjeux liés aux Chauves-Souris

L'état initial a permis de mettre en lumière la présence de 9 espèces et un groupe d'espèces de chauves-souris en activité de chasse et/ou de transit sur le fuseau d'étude : la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), le Noctule commune (*Nyctalus noctula*), la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*), le Murin de bechstein (*Myotis bechsteinii*), la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), le Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*), le Groupe des Oreillards (*Oreillard roux / gris, Plecotus sp.*) d'enjeux forts à modéré ainsi que la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) et le Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) d'enjeu faible.

De plus, les suivis réalisés par l'EPPS dans le cadre du projet de la ZAC QOX, a permis de montrer la forte utilisation du boisement nord ainsi que du bassin de l'école polytechnique, notamment des berges situées près de la peupleraie. Ces suivis parlent de « 10 individus observés au niveau du plan d'eau et 6 individus au niveau du boisement ».

Le boisement de la Croix de Villebois est considéré comme une zone de refuge et de gîte potentiel pour les chiroptères et les plans d'eau constituent des aires de chasses appréciées pour les espèces inféodées aux milieux aquatiques comme le Mutin de Daubenton.

Dans le cadre du projet de la ZAC QOX, l'EPPS a pris comme mesure le maintien du corridor boisé au niveau de la Croix de Villebois (30m de large). Ce corridor doit être couplé par la mise en place d'un dispositif de franchissement de l'avenue de la Vauve. Un plan de gestion du boisement de la Croix de Villebois est également prévu par l'EPPS afin de favoriser ce site comme lieu de vie pour les chiroptères et pas seulement comme lieu de passage. L'objectif est de favoriser les arbres morts ou sénescents, les îlots de vieillissement, etc.



Axes de déplacement et espèces contactées par l'EPPS et remis à jour suite aux expertises menées par la SGP

2.2.9.2 Impacts et mesures du projet sur les Chauves-Souris en phase chantier

Le domaine vital des chauves-souris comprend 3 grandes composantes :

- Les gîtes : d'hibernation, d'estivage (mis bas des jeunes), de transit (migration entre les gîtes d'hivernage et d'estivage) ou d'accouplement ;
- Les corridors de déplacement qui sont généralement composés de haies, alignements d'arbres, cours d'eau, lisières forestières, etc. ;
- Les zones de chasse comme les forêts de feuillus, les prés pâturés et les zones humides riches en insectes.

• Risque de dégradation voire destruction des habitats des chiroptères : gîtes/corridors/zones de chasse

Les travaux de défrichage et de terrassement constituent les impacts les plus préjudiciables aux habitats de repos, d'élevage et de reproduction des chiroptères. Les éclairages des bases chantier peuvent constituer des barrières visuelles pour certaines espèces.

Au niveau des sections souterraines, la plupart des sites présente un intérêt négligeable pour les chiroptères puisqu'il n'existe pas de point d'eau pour la chasse ou de zone de gîte et les pollutions lumineuses et sonores y sont fortes.

Seul le secteur d'implantation de l'ouvrage 21 se situe dans un ensemble boisé globalement favorable pour la chasse et le gîte des chiroptères. L'ensemble forestier est riche en vieux arbres et propose donc de nombreux gîtes possibles pour les espèces forestières. De plus, les allées forestières et les sous-bois qui le composent en font un très bon terrain de chasse. Les allées piétonnes situées au cœur du bois Saint Martin sont fréquentées par les Pipistrelles.

Aucun défrichage n'est prévu au niveau du Bois Saint-Martin puisque l'ouvrage se localise au niveau d'une zone ouverte type « aire de pique-nique » qui peut toutefois être utilisée comme territoire de chasse pour les chauves-souris.

Au niveau de la section aérienne, le plateau de Saclay principalement agricole est globalement défavorable aux chiroptères. Toutefois, quelques vieux platanes formant des allées peuvent servir ponctuellement de corridor de déplacement pour les chauves-souris comme la Noctule commune ou la Pipistrelle commune.

Concernant les continuités favorables aux chiroptères identifiées à l'échelle du fuseau d'étude, les éléments favorables aux chiroptères sur le plateau se résument aux boisements de Port-Royal, de la vallée de la Mérantaise, de Palaiseau et de la vallée de la Bièvre avec des supports boisés faisant lien entre les deux vallées.

Ainsi, les impacts par effet d'emprise sur les gîtes et les corridors boisés se localisent principalement au niveau de Palaiseau et du bois de la Croix de Villebois.

Les emprises sur les zones humides riches en insectes et les prairies proches de lisières sur le plateau tendent également à supprimer des habitats de chasse durant la phase travaux.

MESURE D'EVITEMENT

Etude des variantes

L'étude des variantes a permis choisir un tracé passant au nord de la RD36 plutôt qu'un passage au sud de la RD36 qui aurait impacté les boisements de Port-Royal.

Limiter les emprises du projet

L'objectif de cette mesure est d'éviter que les engins de chantier ne dégradent les milieux et espèces situés à proximité de la zone de projet. A proximité et au sein d'espaces boisés, toute manœuvre d'engins ou dépôt de matériaux, même de façon temporaire, sera interdit.

Cette mesure vise à conserver les lisières et milieux boisés non impactés au niveau de la Croix de Villebois et à limiter ainsi les emprises du projet.

Dans les phases ultérieures du projet, une étude sur l'optimisation des emprises chantier au niveau des boisements sera effectuée, notamment au niveau de la Croix de Villebois.

MESURES DE REDUCTION

Adapter les coupes des boisements à l'écologie des chauves-souris

Cette mesure vise avant tout à limiter l'impact des travaux de déboisement sur les populations de chauves-souris de la Croix de Villebois : Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius et le groupe des Murins.

Ce boisement est un lien de passage pour le groupe et tend à devenir de plus en plus favorable pour le gîte de chauves-souris.

Les boisements de la ZAC QOX ainsi que ceux situés au nord de la route de Saclay sont de bons habitats de chasse et de gîtes pour les chiroptères. La présence du plan d'eau au sein de l'école rend le site favorable à la présence de chauves-souris dans les boisements alentours créant ainsi un point d'abreuvement et de chasse. Au sein du bois de la Croix de Villebois se trouvent de nombreux vieux arbres pouvant accueillir des gîtes à chauves-souris.

Dans ces conditions, après passage de l'écologue en charge du chantier et vérification de la présence de gîte, la coupe des arbres doit être réalisée uniquement à certaines périodes de l'année. Elle ne doit pas être réalisée en période de mise-bas et d'élevage des jeunes et également en période d'hibernation pour les boisements les plus matures. De plus, certaines espèces de chauves-souris forestières pouvant hiberner dans des gîtes arboricoles, des précautions seront à prendre quant à l'abattage d'arbre durant l'hiver.

Au regard de la qualité du boisement et de sa nature (boisement de feuillus mûre de plus de 50 ans), la coupe de bois ne pourra être effectué qu'à une certaine période de l'année à savoir de septembre à novembre et de mars à avril.

Le calendrier travaux sera adapté sous réserve du planning opérationnel des travaux de telle sorte que les opérations de défrichage et/ou de terrassement commencent en dehors de la période de mise bas ou d'hibernation des chauves-souris.

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 favorable à la réalisation des travaux
Période défavorable à la réalisation des travaux

Précaution lors des abattages d'arbres

Le boisement de la Croix de Villebois est relativement ancien (environ 50 ans) et est potentiellement occupé par des espèces cavernicoles (pics et chauves-souris) qui trouvent, dans les cavités, des lieux propices pour hiverner ou nicher.

Ainsi, l'écologue en charge du chantier repérera chaque entité à cavité avant les travaux de défrichage. L'inspection consistera 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...). Lors de cette inspection, il est recommandé de :

- Soulever toutes les écorces décollées quelques jours avant d'abattre l'arbre si celui-ci ne présente pas d'autres cavités arboricoles ;
- Attendre l'envolée des chiroptères pour la chasse au crépuscule et colmater le gîte avec un matériau solide.



Chiroptérologue vérifiant une cavité (@BIOTOPE)

Pour les arbres recouverts de lierre, il est recommandé d'enlever le lierre deux mois avant l'abattage de l'arbre.

Un dernier contrôle le jour même de l'abattage doit être réalisé par un chiroptérologue, équipé de matériel pour intervenir en hauteur. Un dernier contrôle le jour même de la déconstruction devra être réalisé par un chiroptérologue pour confirmer l'absence de chiroptères.

En cas de présence avérée de chiroptères le jour de l'abattage, des mesures spécifiques d'abattage seront prises afin d'éviter toute destruction d'individus.

Il s'agira alors d'abaisser la branche ou le tronc concerné à l'aide de cordes et le laisser au sol, l'entrée face au ciel pour que les individus puissent s'échapper, pendant 48 heures pour permettre aux chauves-souris de quitter les gîtes non colmatés (renforcement d'écorces).

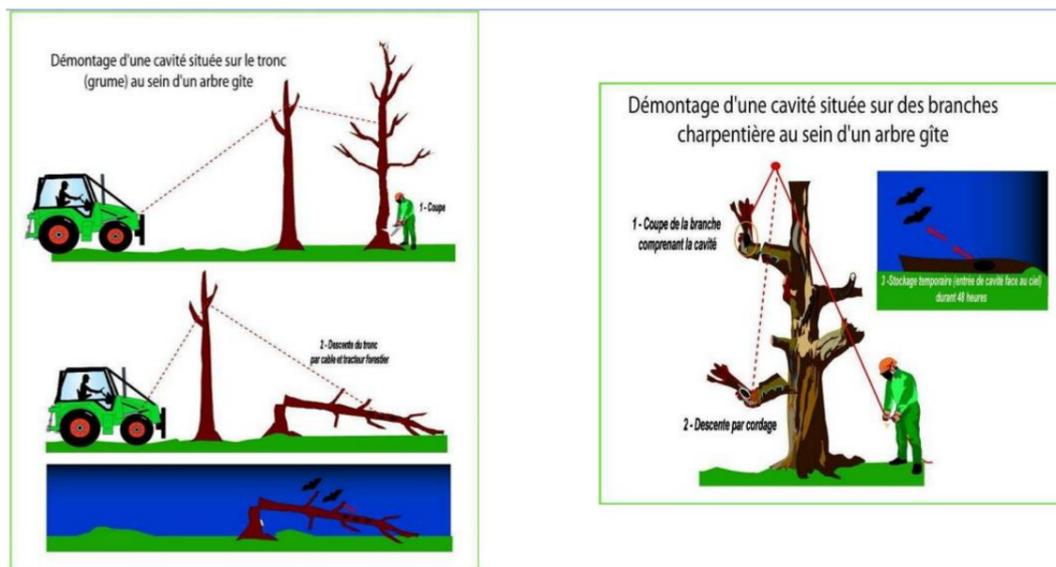


Schéma présentant les précautions à prendre en cas d'abattage d'arbres à cavité (source SFPEM)

Remise en état des sites

Les zones de chantier seront remises en état après la phase chantier notamment au niveau de la Croix de Villebois. Une revégétalisation et une plantation d'arbres sera effectuée sur les zones naturelles.

MESURES DE SUIVIS

Un suivi environnemental de chantier sera mis en œuvre au travers de la participation d'un écologue à la phase de préparation des travaux, à la phase chantier et post-chantier afin de s'assurer que les aspects liés à l'écologie soient bien considérés et les mesures définies ci-avant respectées.

Ce suivi consistera :

- Avant le démarrage des travaux : identification des gîtes ;
- Si identification de gîte : accompagnement dans l'abattage d'arbres ;

- En phase chantier : des visites de terrain seront réalisées par l'écologue pour identifier si les mesures prises sont suffisantes ;
- A l'issue de la phase chantier : remise en état des sites et installations d'habitats favorables au groupe (accompagnement dans la revégétalisation, etc.) ;
- A l'issue de la phase chantier : un suivi des espèces patrimoniales/protégées connues et impactées selon disposition dossier de demande de dérogation à l'interdiction de destruction des espèces protégées

IMPACTS RESIDUELS ET MESURE DE COMPENSATION

L'impact résiduel par effet d'emprise lors des travaux est considéré comme modéré. Des mesures de compensation sont donc nécessaires et sont détaillées dans le chapitre correspondant.

La mise en place de restauration sur les principaux secteurs concernés par des impacts en majorité temporaires peut permettre de compenser une partie des impacts sur les habitats et les espèces.

• Dérangement des populations

Bien que la sensibilité des chiroptères à la lumière soit variable entre les espèces, les chauves-souris semblent systématiquement l'éviter lorsqu'elles ne sont pas en chasse.

Des espèces comme les Sérotines ou les Pipistrelles profitent parfois de la lumière des lampadaires pour venir chasser les insectes attirés par les sources lumineuses.

Les espèces présentes au niveau de la Croix de Villebois et des alentours sont toutefois communes et se sont adaptées aux dérangements déjà existant au niveau de la ZAC QOX (bruit, lumière, chantier, etc.).

Au regard du contexte local fortement marqué par les activités humaines sur les autres éléments projets, les dérangements pour les chiroptères liés à la présence du chantier ne seront pas significativement augmentés.

MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

Aucune mesure ne nécessite d'être mise en œuvre.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dérangement (impact indirect, temporaire) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

• **Modification des axes de déplacement (limitation de la connectivité des habitats)**

Les travaux de terrassement ou autres travaux induits par le projet peuvent entraîner la suppression de certaines structures paysagères utilisées comme axes de vol pour les chauves-souris. La suppression d'éléments linéaires ou de lisières boisées est susceptible de diminuer voire de supprimer l'accès aux différentes zones de chasse ou aux gîtes les plus éloignés.

C'est le cas notamment du boisement de la Croix de Villebois, véritable corridor écologique entre la vallée de la Mérantaise et la vallée de la Bièvre s'appuyant sur des supports boisés d'importance (forêt de Palaiseau, de la Guyonnerie, etc.).

MESURES DE REDUCTION

Création d'une haie arborée entre la croix de Villebois et la forêt de Palaiseau

Les lisières boisées et les haies présentes au niveau de la Croix de Villebois peuvent constituer des axes de déplacement privilégiés pour les chauves-souris. La réalisation du viaduc pour le métro de la ligne 18 va entraîner la modification des milieux et du même coup des axes de transit des chauves-souris.

Cette mesure a pour objectif de maintenir et de restaurer un maillage cohérent de haies et de lisières forestières de façon à offrir aux chauves-souris des routes de vol tout aussi diversifiées et variées. Ceci passe par la plantation de haies et la reconstitution des lisières forestières entre le bois de la Croix de Villebois et la forêt de Palaiseau. Les haies seront organisées de manière à guider les chauves-souris vers les couloirs boisés utilisés comme corridor de déplacement.

Cette mesure est détaillée dans la partie « avifaune » puisqu'il s'agit d'une mesure de réduction d'impact sur le Bouvreuil pivoine.

Renforcer/Créer des haies et alignements d'arbres pour rétablir des axes de vol depuis la forêt de Palaiseau vers la vallée de la Bièvre en passant par le réseau de rigoles et de haies

Les plantations, boisements, et linéaires de haies existants au niveau du secteur Camille Claudel devront être conservés dans la mesure du possible et seront renforcés par de nouvelles plantations.

Ce renforcement des continuités boisées au nord de la forêt de Palaiseau permettra de recréer/renforcer des corridors peu fonctionnels de manière à limiter l'impact du viaduc sur la continuité existante entre la forêt de Palaiseau et la vallée de la Bièvre via la Croix de Villebois.

De nouvelles haies seront plantées au niveau de la tranchée couverte (souterrain) et constitueront un « tremplin » dans la progression des chauves-souris vers la vallée de la Bièvre en limitant ainsi le risque de collisions avec des véhicules existant au niveau du corridor principal qui passe par la Croix de Villebois.

Certains linéaires de haies, déjà existants, devront être renforcés et densifiés par des plantations.

Enfin, au niveau de la montée du viaduc, des linéaires de haies supplémentaires suffisamment denses devront être créés pour rechercher un effet « barrière » et/ou « tremplin » en cas de franchissement.

Pour assurer un effet « tremplin » suffisamment efficace, ces plantations devront être suffisamment denses et d'une hauteur minimale de 4 mètres.

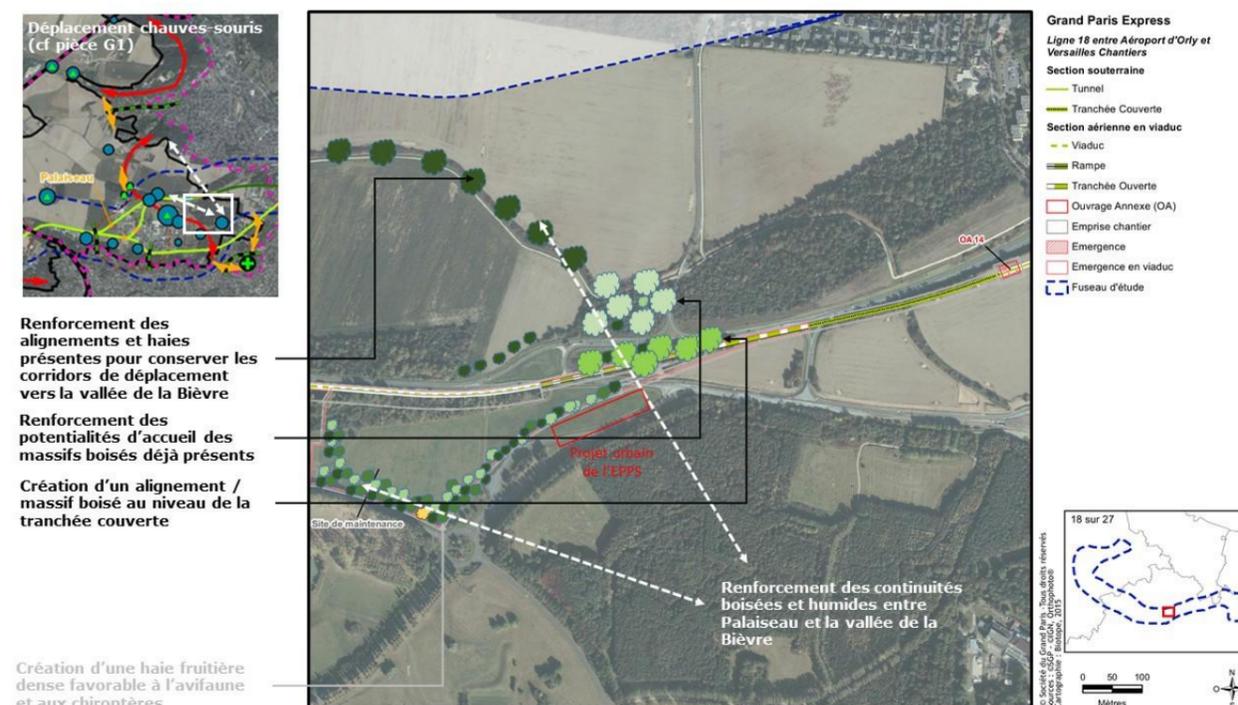
Assurer une gestion favorable des boisements aux chiroptères

Ces dispositifs de renforcement de continuités nécessitent d'être complétés par une gestion favorable de ces éléments ainsi que des boisements existants pour assurer à long terme une quantité d'arbres morts sur pied ou dépérissants.

Dans ce cadre-là et dans le même objectif que pour l'avifaune, le plan de gestion envisagé par l'EPPS pourra être mis en perspective à une échelle plus petite. Il est donc proposé d'établir un plan de gestion des boisements à l'échelle du plateau de Saclay afin d'assurer une pérennité des boisements, support de vie et de déplacement pour la faune et notamment les chauves-souris.

Pour conclure, les actions en faveur des axes de vol des chiroptères sont les :

- Créer une haie dense entre la forêt de Palaiseau et la Croix de Villebois ;
- Renforcer des alignements et haies présentes pour conserver les corridors de déplacement vers la vallée de la Bièvre ;
- Créer d'un alignement / massif boisé au niveau de la tranchée couverte,
- Renforcer des potentialités d'accueil des massifs boisés déjà présents par la gestion.



Détails des actions de renforcement des continuités en faveur des chiroptères de Palaiseau vers la vallée de la Bièvre

MESURES D'ACCOMPAGNEMENT**Favoriser l'installation de gîte sous le viaduc**

La majorité des espèces de chauves-souris, excepté les Rhinolophidés, pourront trouver des gîtes favorables sous le viaduc : fissures au sein du tablier, des voussoirs ou encore des piliers. L'utilisation de matériaux favorables à cette installation sera étudiée pour l'habillage du viaduc : pierre, brique, moellon, béton...

MESURES DE SUIVIS

Un suivi environnemental de chantier sera mis en œuvre au travers de la participation d'un écologue à la phase de préparation des travaux, à la phase chantier et post-chantier afin de s'assurer que les aspects liés à l'écologie soient bien considérés et les mesures définies ci-avant respectées.

Ce suivi consistera :

- En phase chantier : des visites de terrain seront réalisées par l'écologue pour identifier si les mesures prises sont bien mises en œuvre et suffisantes ;
- A l'issue de la phase chantier : remise en état des sites et installations d'habitats favorables au groupe (accompagnement dans la revégétalisation, etc.).

IMPACTS RESIDUELS ET MESURE DE COMPENSATION

Au regard des mesures d'évitement et de réduction mise en œuvre, l'impact résiduel par coupure d'axe de vol est considéré comme modéré.

Des mesures de compensation seront définies pour ne pas remettre en cause la pérennité des espèces sur le fuseau d'étude.

2.2.9.3 Impacts et mesures du projet sur Chauves-Souris en phase d'exploitation

- **Risque de collision d'espèces avec la circulation du métro**

Le risque de collision existe uniquement au niveau de la section aérienne et notamment au niveau de lisières et dans les secteurs boisés. La section présente sur le plateau, en zone agricole, ne présente pas ou peu d'impact sur les chauves-souris puisque ces milieux sont défavorables au groupe.

En revanche, le viaduc intercepte un certain nombre d'axes de déplacement utilisés par les chauves-souris, notamment au niveau de la Croix de Villebois sur la section en tranchée ouverte puis au niveau du viaduc.

MESURES DE REDUCTION**Sécurisation du franchissement du secteur en tranchée ouverte au niveau de la Croix de Villebois**

L'objectif de cette mesure est de faciliter l'utilisation du viaduc par les chiroptères au niveau de zone boisée.

La plantation de nouvelles haies est préconisée dès la phase de chantier et sera complétée par des rambardes associées à une végétalisation dense et haute qui guidera les chauves-souris de manière à élever leur hauteur de vol et à traverser la zone de transition aérien / souterrain en toute sécurité sous réserve du maintien des conditions de sécurité et d'exploitation.

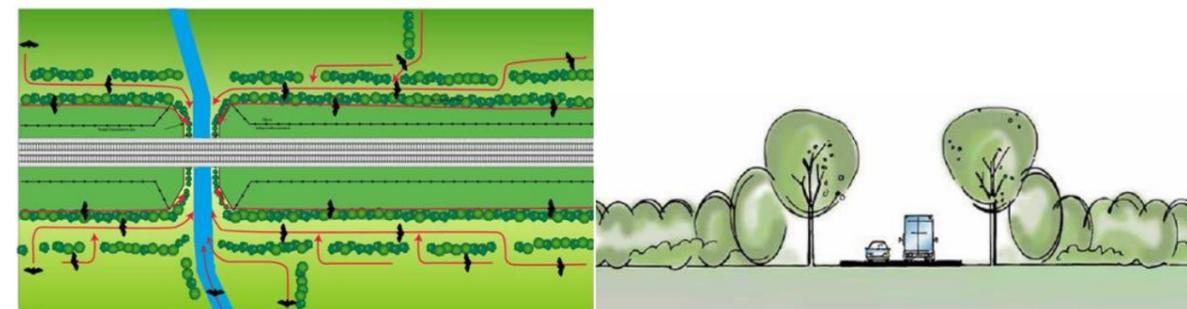


Schéma d'un tremplin vert « Hop-over » pour inciter les chauves-souris à passer au-dessus de l'infrastructure de transport

MESURES DE SUIVIS

De manière générale, un suivi environnemental de chantier sera mis en œuvre au travers de la participation d'un écologue à la phase de préparation des travaux, à la phase chantier et post-chantier afin de s'assurer que les aspects liés à l'écologie sont bien considérés et les mesures définies ci-avant respectées.

En ce qui concerne la faune, ce suivi consistera à s'assurer de la bonne mise en place des mesures en phase d'exploitation.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURE DE COMPENSATION

Il est difficile d'estimer le risque de collision avec le métro puisqu'il dépend de nombreux facteurs (période, âge des individus, type de vol, profil en long de l'infrastructure).

Toutefois, au regard des mesures prises et des espèces présentes qui sont communes, l'impact résiduel par collision est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation n'est nécessaire.

- **Dérangement des populations**

Les éclairages des infrastructures peuvent constituer des barrières visuelles pour ces espèces. Les zones non éclairées des infrastructures semblent plus souvent utilisées pour leur franchissement d'après la littérature.

MESURES DE REDUCTION

Limiter l'éclairage au niveau de la transition viaduc/souterrain

La possibilité d'éclairer le viaduc est en cours d'étude. Le secteur de la Croix de Villebois et aux abords de la Forêt de Port Royal sont des secteurs peu éclairés et où de nombreux déplacements de chiroptères existent. Il sera donc étudié la possibilité de limiter l'éclairage de nuit sur des créneaux horaires bien spécifiques en fonction des espèces.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURE DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes (impact indirect, permanent et à long terme) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre

- **Dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes**

En phase d'exploitation, les habitats d'espèces conservés suite aux travaux d'aménagement peuvent subir des dégradations lors de l'entretien des espaces verts associés aux ouvrages si aucune précaution n'est prise.

MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

Afin de réduire au maximum les impacts sur les habitats et les espèces qui leur sont inféodées, les espaces verts associés au projet feront l'objet d'une gestion extensive (fauche tardive notamment).

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes (impact indirect, permanent et à long terme) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

- **Modification de la composition paysagère dans le déplacement des chiroptères**

L'implantation du viaduc ainsi que la réalisation de nombreux projets entre Palaiseau et Orsay va constituer une modification de la composition paysagère du territoire actuel des chauves-souris qui sert de support aux déplacements de l'espèce. Au regard des nombreux projets urbains sur le

plateau de Saclay, il est à ce jour difficile d'évaluer réellement l'impact de ce changement de paysage pour les chauves-souris qui y vivent. Une analyse plus poussée des effets cumulés serait utile sur cette thématique pour évaluer précisément les impacts sur la structure paysagère.

2.2.9.4 Synthèse des impacts et mesures sur les Chauves-Souris

Elément projet	Eléments naturels concernés	Impacts	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
Section aérienne	<ul style="list-style-type: none"> - Milieux boisés, lisières, haies, 	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation voire destruction des habitats des chiroptères : gîtes/corridors/zones de chasse - Dérangement des populations - Modification des axes de déplacement (limitation de la connectivité des habitats) <p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Risque de collisions d'espèce avec la circulation du métro - Dérangement des populations - Modification de la composition paysagère 	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Etudes des variantes - Limiter les emprises du projet - Adapter les coupes des boisements à l'écologie des chauves-souris - Précaution lors des abatages d'arbres - Remise en état des sites - Création d'une haie arborée entre la croix de Villebois et la forêt de Palaiseau - Renforcer/Créer des haies et alignements d'arbres pour rétablir des axes de vol depuis la forêt de Palaiseau vers la vallée de la Bièvre en passant par le réseau de rigole et de haies - Assurer une gestion favorable des boisements aux chiroptères - Sécurisation du franchissement du secteur en tranchée ouverte au niveau de la Croix de Villebois - Limiter l'éclairage au niveau de la transition viaduc/souterrain <p><u>Suivi environnemental du chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Avant le démarrage des travaux : identification des gîtes, - Si identification de gîte : accompagnement dans l'abattage d'arbres - En phase chantier : des visites de terrain seront réalisées par l'écologue pour identifier si les mesures prises sont suffisantes - A l'issue de la phase chantier : remise en état des sites et installations d'habitats favorables au groupe (accompagnement dans la revégétalisation, etc.) - A l'issue de la phase chantier : un suivi des espèces patrimoniales connues et impactées par le projet 	Faible	Mesure de compensation nécessaire

2.2.10. Mammifères non-volants

2.2.10.1 Rappel des enjeux liés aux mammifères non-volants

Dix espèces de mammifères terrestres ont été recensées sur le fuseau d'étude dont une est qualifiée d'invasive, le *Tamias* de Sibérie, et deux sont protégées en France : le Hérisson d'Europe et l'Écureuil Roux.

Au niveau de la ZAC QOX, les expertises menées en 2014 ont permis de mettre en évidence l'utilisation du bois de la Croix de Villebois par le Hérisson d'Europe. De plus, les suivis menés par l'EPPS sur le secteur ont montré également la présence de l'Écureuil roux sur ce même bois et sur la forêt domaniale de Palaiseau.

Au niveau du franchissement RN 118, l'Écureuil roux est présent sur l'ensemble du boisement au nord de la route.

Au niveau du Golf national de Guyancourt, le Hérisson d'Europe et l'Écureuil roux sont présents au niveau du bois des Roches et sont potentielles au niveau du Golf. La traversée de la route départementale est fréquente pour ces espèces comme cela a notamment été démontré par des suivis menés par l'ONCFS.

Les autres espèces sont communes et globalement ubiquistes. Elles peuvent s'accommoder des milieux de nature variée et disposent de milieux favorables dans l'environnement proche du projet.

2.2.10.2 Impacts et mesures du projet sur les mammifères en phase chantier

- **Risque de dégradation voire destruction des habitats de mammifères et des individus**

La perte de milieux boisés impacte l'Écureuil roux. Bien que cette espèce soit vulnérable à la fragmentation de son territoire, les habitats de report présents au sein des boisements alentours permettront à la population de se maintenir.

MESURES DE REDUCTION

Limiter les emprises chantiers pour préserver de zones refuges et les continuités écologiques

Les emprises travaux seront bien délimitées avant le démarrage des travaux de manière à ne pas empiéter sur des zones favorables à l'Écureuil et au Hérisson, notamment dans les milieux boisés.

Aucune intervention ne sera faite en dehors des zones chantiers hormis une surveillance légère (vérification de l'état de la clôture, de l'absence de déchets ou de pénétration humaine dans les zones closes), durant toute la période du chantier.

Les zones ainsi préservées par les clôtures permettront de maintenir les continuités écologiques.

L'emplacement exact des clôtures sera défini avec l'écologue en charge du suivi du chantier en tenant compte du phasage exact des travaux. Les clôtures seront enlevées une fois le chantier achevé.

MESURES DE SUIVIS

Un suivi environnemental de chantier sera mis en œuvre au travers de la participation d'un écologue à la phase de préparation des travaux, à la phase chantier et post-chantier afin de s'assurer que les aspects liés à l'écologie sont bien considérés et les mesures définies ci-avant respectées.

Ce suivi consisterait :

- En phase chantier : des visites de terrain seront réalisées par l'écologue pour identifier si les mesures prises sont bien mises en œuvre et suffisantes ;
- A l'issue de la phase chantier : remise en état des sites et installations d'habitats favorables au groupe (accompagnement dans la revégétalisation, etc.).

IMPACTS RESIDUELS ET MESURE DE COMPENSATION

L'impact résiduel par destruction/dégradation des habitats d'espèces en phase chantier (impact direct, permanent, à court terme) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

- **Dérangement des populations**

Au regard du contexte local fortement marqué par les activités humaines, les dérangements pour les mammifères sont déjà en partie existants.

Au regard du contexte local marqué par les activités humaines, les dérangements pour les espèces d'oiseaux sont déjà en partie existant avec la RD 36 comme le montre les modélisations du bruit.

La réalisation du viaduc va engendrer un bruit de fond et du dérangement visuel important émanant de diverses composantes : camions en fonctionnement, alarmes de chantier, etc. Les mammifères sont susceptibles d'être affectés par ces nuisances sonores et visuelles (abandon de la couvaison pour les nicheurs, fuite des migrateurs, etc.).

Les travaux accentueront la fréquentation au niveau des emprises chantier et par conséquent le dérangement des espèces. Toutefois, le projet s'intègre dans un contexte d'ores-et-déjà marqué par les activités humaines et l'augmentation de fréquentation au droit des emprises changer ne sera pas significative.

Par ailleurs, le chantier pourra être à l'origine de pollutions lumineuses. Toutefois, les pollutions lumineuses sont d'ores-et-déjà existantes à l'échelle du fuseau d'étude nettement marqué par les activités humaines.

Au regard du contexte local déjà marqué par les activités humaines et urbaines, les dérangements pour les mammifères sont déjà en partie existants (infrastructures de transport, contexte urbain, travaux de la ZAC Polytechnique).

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Les mesures mises en œuvre sont des mesures générales prévues pour les chantiers. Elles sont détaillées dans le chapitre relatif au bruit.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dérangement des individus (impact direct, temporaire et à court terme) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

- **Rupture de corridor écologique**

Étudier la possibilité d'installer des écurouds

L'Écureuil roux utilise préférentiellement les grands linéaires arborés de haut jet pour se déplacer entre les zones boisées. La mise en place du chantier pourra limiter les capacités de déplacement de l'Écureuil. Ils fréquentent quotidiennement une surface plus ou moins importante, variant suivant les caractéristiques du milieu, pour la recherche de nourriture, d'abris, ou pour la rencontre des partenaires. En présence d'un habitat fragmenté, les rongeurs devront traverser des routes, et risquer ainsi de se faire écraser.

Afin d'établir les besoins en termes de déplacement, il faudra à long terme (10-15 ans après les plantations) étudier l'utilisation de la zone par les populations d'écureuils et cibler les éventuels manques en terme de connectivité. Dans ce cas-là, une étude sur l'installation d'un "écuroud" sera évaluée notamment au niveau de la Croix de Villebois, au niveau du Golf et au niveau du franchissement RN 118.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURE DE COMPENSATION

L'impact par rupture de corridors en phase chantier (impact direct, temporaire, à court et long terme) est considéré comme faible.

2.2.10.3 Impacts et mesures du projet sur les mammifères en phase d'exploitation

- **Risque de dérangement des populations**

De même qu'en phase chantier, le bruit émanant de l'exploitation du métro ou encore le recours à l'éclairage peuvent affecter les espèces. Toutefois, au regard du contexte local déjà marqué par les activités humaines et urbaines, les dérangements sur les mammifères seront mineurs.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Les mesures mises en œuvre sont des mesures générales prévues dans le cadre de l'écoconception des ouvrages. Elles sont détaillées dans le chapitre relatif au bruit.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dérangement des individus (impact direct, temporaire et à court terme) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

- **Dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes**

En phase d'exploitation, les habitats d'espèces conservés suite aux travaux d'aménagement peuvent subir des dégradations lors de l'entretien des espaces verts associés aux ouvrages si aucune précaution n'est prise.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Afin de réduire au maximum les impacts sur les habitats et les espèces qui leur sont inféodées, les espaces verts associés au projet feront l'objet d'une gestion extensive (fauche tardive notamment).

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes (impact indirect, permanent et à long terme) est considéré comme faible.

Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre.

MESURES DE SUIVIS

Un suivi environnemental de chantier sera mis en œuvre au travers de la participation d'un écologue à la phase de préparation des travaux, à la phase chantier et post-chantier afin de s'assurer que les aspects liés à l'écologie sont bien considérés et les mesures définies ci-avant respectées.

2.2.10.4 Synthèse des impacts et mesures sur les mammifères

Élément projet	Éléments naturels concernés	Impacts	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
Viaduc Boisement de la Croix de Villebois	Boisements	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'insectes et des individus - Rupture de continuités écologiques - Dérangement des individus <p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dérangement des individus 	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Limiter les emprises chantiers - Etude sur la nécessité d'une pose d'écuroduc <p><u>Suivi environnemental du chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - En phase chantier : des visites de terrain - A l'issue de la phase chantier : remise en état des sites et installations d'habitats favorables 	Faible	Pas de besoin de compensation
Viaduc Franchissement RN118					
Viaduc Golf national de Guyancourt / Bois des Roches					

2.2.11. Poissons

2.2.11.1 Rappel des enjeux liés aux habitats naturels et semi-naturels

Plusieurs espèces sont identifiées par l'ONEMA et le PNR Haute vallée de Chevreuse : la Bouvière, le Brochet et la Truite commune. De manière générale, les étangs présents sur le fuseau d'étude accueillent des populations de poissons d'intérêt faible d'un point de vue écologique, s'agissant d'individus en grande partie introduits. Toutefois, certains secteurs peuvent être favorables à la reproduction des espèces présentes ou potentielles.

2.2.11.2 Impacts et mesures du projet sur les poissons en phase chantier

• **Modifications hydrologiques, hydrogéologiques et pollutions accidentelles**

Le plateau de Saclay a hérité d'un réseau de collecte d'eau superficielle (collecte des eaux de ruissellement, des eaux de drainage) qui servait à l'alimentation en eau du parc du Château de Versailles.



Réseau de rigoles et d'étangs du plateau de Saclay issu du plan de restauration
(source : Syndicat de l'Yvette et de la Bièvre - SYB)

Les pompages engendrés par des travaux souterrains peuvent se traduire potentiellement par des variations des baisses du niveau d'eau dans les plans d'eau et les mares, voire, le cas extrême, leur assèchement. Cet impact n'est pas identifié pour le projet de métro de la ligne 18 au regard des mesures d'évitement et de réduction mise en œuvre dans les chapitres eaux superficielles, zones humides et eaux souterraines).

Les milieux aquatiques présents sur le fuseau d'étude ne sont toutefois pas en relation directe avec les nappes de surface situées dans les emprises concernées potentiellement pas des pompages (Eocène inférieur, Eocène supérieur, Oligocène).

Certains milieux sont également alimentés de manière directe ou indirecte par les eaux superficielles. Du fait de la complexité du réseau hydrologique du secteur, différents risques potentiels existent sur l'alimentation en eau des eaux superficielles (détaillés dans le chapitre eaux superficielles et risques associés) dont notamment la pollution des milieux récepteurs et la modification des écoulements du réseau hydrographiques.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées aux chapitres eaux superficielles et zones humides. Les mesures mises en œuvre pour éviter l'impact lié au risque de dégradation/pollution des eaux et de modification des écoulements du réseau hydrographique sont les suivantes :

- Ouvrages de traitement/rétention/régulation adaptés à la nature des effluents collectés,
- Prévention des pollutions accidentelles (gestion des stockages, étanchéification des zones à risque de pollution),
- Mise en place d'un protocole de gestion d'une éventuelle pollution accidentelle et dispositifs permettant de confiner la pollution sur le site,
- Réalisation d'aires de chantier d'emprises compatibles avec le réseau hydrographique superficiel,
- Utilisation de dispositions constructives de moindre emprise, notamment concernant le viaduc,
- Transparence hydraulique des aires de chantier vis-à-vis des cours d'eau, étangs, rigoles,
- Mise en place de fossés longitudinaux interceptant les ruissellements extérieurs au projet. Ces fossés assureront la transparence hydraulique de la ligne 18 vis-à-vis des ruissellements superficiels.

INCIDENCES RESIDUELLES

Le projet n'est pas susceptible de modifier les conditions hydrologiques et hydrogéologiques du territoire. De ce fait, les impacts sur les poissons sont extrêmement limités et considérés comme faibles.

2.2.11.3 Impacts et mesures du projet sur les poissons en phase d'exploitation

Aucun impact en phase d'exploitation n'est pressenti à ce stade du projet.

2.2.11.4 Synthèse des impacts et mesures sur les poissons

Elément projet	Eléments naturels concernés	Impacts	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
Ensemble du fuseau d'étude	Etangs du fuseau d'étude	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Modification hydraulique, hydrogéologique et pollution accidentelle <p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pas d'impact 	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ouvrages de traitement/rétention/régulation adaptés à la nature des effluents collectés - Prévention des pollutions accidentelles - Protocole de gestion d'une éventuelle pollution accidentelle - Réalisation d'aires de chantier d'emprises compatibles avec le réseau hydrographique superficiel <p>- Utilisation de dispositions constructives de moindre emprise, notamment concernant le viaduc</p> <p>- Transparence hydraulique des aires de chantier vis-à-vis des cours d'eau, étangs, rigoles</p> <p>- Mise en place de fossés longitudinaux interceptant les ruissellements extérieurs au projet.</p> <p><u>Phase exploitation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aucune 	Faible	Pas de besoin de compensation

2.2.12. Autres taxons (Mollusques continentaux et branchiopodes)

2.2.12.1 Rappel des enjeux liés aux mollusques continentaux

Une espèce potentielle de branchiopode a été identifiée dans les suivis menés par l'EPPS, il s'agit du Chirocéphale, commune en Ile-de-France. Cette espèce vit dans les plans d'eau douce temporaire. L'espèce a été observée en grand nombre sur la mare au centre du boisement de la Croix de Villebois.



La Mérantaise et la Bièvre sont deux cours d'eau où trois espèces patrimoniales de mollusques continentaux sont potentiellement présentes : le Vertigo des Moulins (*Vertigo moulinsiana*), le Vertigo étroit (*Vertigo angustior*) et la Mulette épaisse (*Unio crassus*). Aucune espèce n'a toutefois été observée lors des prospections spécifiquement menées.

2.2.12.2 Impacts et mesures du projet sur les mollusques continentaux en phase chantier

L'impact pressenti est considéré comme faible à nul pour les branchiopodes et les mollusques. Aucune mesure ne nécessite d'être mise en œuvre.

2.2.12.3 Impacts et mesures du projet sur les mollusques continentaux en phase d'exploitation

L'impact pressenti est considéré comme faible à nul pour les branchiopodes et les mollusques. Aucune mesure ne nécessite d'être mise en œuvre.

2.2.12.4 Synthèse des impacts et mesures sur les mollusques continentaux

Elément projet	Eléments naturels concernés	Impacts	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
Ensemble du fuseau d'étude	<ul style="list-style-type: none"> - Branchiopodes : Mares de la Croix de Villebois et du golf de l'Ecole polytechnique (Chirocéphale) - Mollusques : Vallée de la Bièvre (présence potentielle de 3 espèces) 	Pas d'impact	Aucune mesure	Faible	Pas de besoin de compensation

MESURES GENERALES ISSUES DE LA CHARTE ENVIRONNEMENT DES CHANTIERS ETABLIT POUR L'ENSEMBLE DES LIGNES DU GRAND PARIS EXPRESS**Ouvrages concernés : Tous ouvrages****Espèces ciblées : Toutes espèces**

Les mesures présentées ci-dessous font référence à la Charte environnement des chantiers établit pour l'ensemble des lignes constituant le réseau de transport du Grand Paris Express. Cette charte est présentée en annexe à ce rapport G.4.1.

Prise en compte des enjeux relatifs à la biodiversité

Afin d'éviter et de réduire au maximum les impacts sur les milieux et les espèces patrimoniales ou protégées inféodées à ces derniers, plusieurs mesures seront mises en œuvre :

- Les milieux présentant des enjeux écologiques à protéger seront clairement balisés ou clôturés et identifiés à l'aide d'une signalétique claire visant à empêcher toute dégradation de ces milieux notamment par passage accidentel d'engins ;
- Les arbres à proximité immédiate des travaux seront protégés (mousse, protection métallique, etc.) ;
- Dans les secteurs concernés par des espèces végétales invasives, des actions préventives et curatives seront mises en œuvre afin d'éviter leur dissémination et leur prolifération.

Gestion des déblais

Les travaux vont engendrer une quantité importante de déblais. La gestion de ces déblais fait l'objet d'un chapitre spécifique dans la Charte environnement des chantiers (voir paragraphe 3.3 Gestion des déblais de la Charte environnement des chantiers). L'objectif est, à la fois, de favoriser la valorisation des déblais inertes et d'encourager leur transport par des modes alternatifs à la route, par voies fluviales ou ferroviaires. Il s'agit également de garantir leur qualité et d'en assurer la traçabilité.

Préservation de la qualité des sols, des eaux et des milieux aquatiques et humides

Plusieurs mesures seront mises en œuvre pour assurer la protection des sols, les eaux et les milieux aquatiques et humides contre les pollutions, y compris accidentelles. Les principales mesures sont présentées ci-dessous. Pour plus de détail, se reporter au paragraphe 3.5.1 Sols, ressources en eaux et milieux aquatiques de la Charte environnement des chantiers.

- Les produits dangereux nécessaires à la conduite du chantier (gasoil, huiles, peintures, etc.) seront placés sur des rétentions dont les capacités et la nature seront adaptés aux produits considérés ;
- Les manipulations de produits dangereux seront réalisées en dehors des zones sensibles, sur une aire étanche connectée à un système de traitement ou à un réseau autorisé et dans des conditions de sécurité adaptées ;
- Une procédure de gestion des pollutions accidentelles sera mise en place pour anticiper tout incident environnemental susceptible de générer une atteinte au sol et aux milieux ;

- Le lavage des engins et du matériel de chantier sera réalisé sur une aire étanche et reliée à un système de traitement adapté ;
- Les eaux de ruissellement susceptibles d'être chargées de matières en suspension ou en hydrocarbures feront l'objet d'une collecte et d'un traitement adapté avant leur rejet au milieu naturel ou dans les réseaux selon les autorisations accordées ;
- Les terres végétales seront triées en vue de leur réutilisation pour des aménagements paysagers lorsqu'aucun risque de contamination par des espèces végétales invasives n'existe.

Gestion et économie des ressources utilisées lors du chantier

Les produits et matériaux utilisés sur le chantier seront choisis dans la mesure du possible en fonction de leurs impacts sur l'environnement. En particulier, l'utilisation de matériaux recyclés sera recherchée et privilégiée et le recours à des matières premières issues de filières certifiées sera également favorisé.

Par ailleurs, les consommations énergétiques seront réduites au maximum et les consommations d'eau limitées notamment en favorisant le recyclage.

Pour plus de détails concernant la gestion des ressources utilisées lors du chantier, se reporter au paragraphe 3.6 Gestion et économie des ressources de la Charte environnement des chantiers.

Organisation de chantier

Les différentes zones relatives à la réalisation des travaux (circulation des engins, parkings, stockage de matériaux, stockage des déchets, etc.) seront strictement comprises dans les emprises chantier définies et seront organisées selon un plan des installations afin de les matérialiser clairement.

Gestion des déchets

La gestion des déchets, telle que prescrite dans la Charte environnement des chantiers, vise à limiter à la source les quantités et la toxicité des déchets produits et de privilégier leur valorisation au détriment des solutions d'élimination par incinération ou enfouissement.

L'organisation et les mesures envisagées pour atteindre ces objectifs sont détaillés dans le Schéma Organisationnel de Gestion et d'Élimination des Déchets (SOGED) produit par l'entreprise de travaux.

La réduction des déchets à la source sera rendue possible au travers des mesures suivantes :

- Réduction des déchets d'emballage en favorisant la livraison de produits en « vrac » ;
- Choix de méthodes constructives limitant le volume ou la toxicité des déchets produits ;
- Optimisation des études d'exécution (limitation des chutes, etc.).

En ce qui concerne le tri et l'élimination des déchets, les mesures suivantes seront prises :

- Les déchets non dangereux (DND) seront triés en vue de leur valorisation matière ou énergétique, en fonction des filières locales ;
- Les déchets dangereux (DD) seront collectés de manière séparée conformément à la réglementation et traités en fonction des filières agréées existantes localement;
- Les points de collecte des différents types de déchets seront clairement matérialisés au sein des emprises chantier et le personnel de chantier sera sensibilisé à leur gestion.

Enfin, la conformité des filières et la traçabilité des déchets seront assurées à la fois pour répondre à la réglementation et aux objectifs environnementaux des travaux réalisés dans le cadre du projet du Grand Paris Express (contrôle de la conformité administrative, registre des déchets, bordereaux de suivi, etc.).

Pour plus de détails concernant la gestion des déchets, se reporter au paragraphe 3.4 Gestion des déchets (hors déblais) de la Charte environnement des chantiers présentée en annexe G.4.1.

Limitier les émissions de poussières

Plusieurs mesures seront mises en œuvre afin de limiter les émissions de poussières sur le chantier, et notamment :

- Le transport des matériaux pulvérulents sera réalisé par des camions bâchés ;
- Le stockage des matériaux fins et pulvérulents auront lieu à l'abri du vent et un bâchage sera réalisé en cas de besoin ;
- Des mesures spécifiques seront mises en œuvre lors des activités susceptibles d'émettre des poussières de manière importante (arrosage, brumisation des zones de travaux, équipements d'aspiration, etc.).

2.2.13. Stratégie de compensation des impacts résiduels notables sur la faune, la flore et les milieux naturels

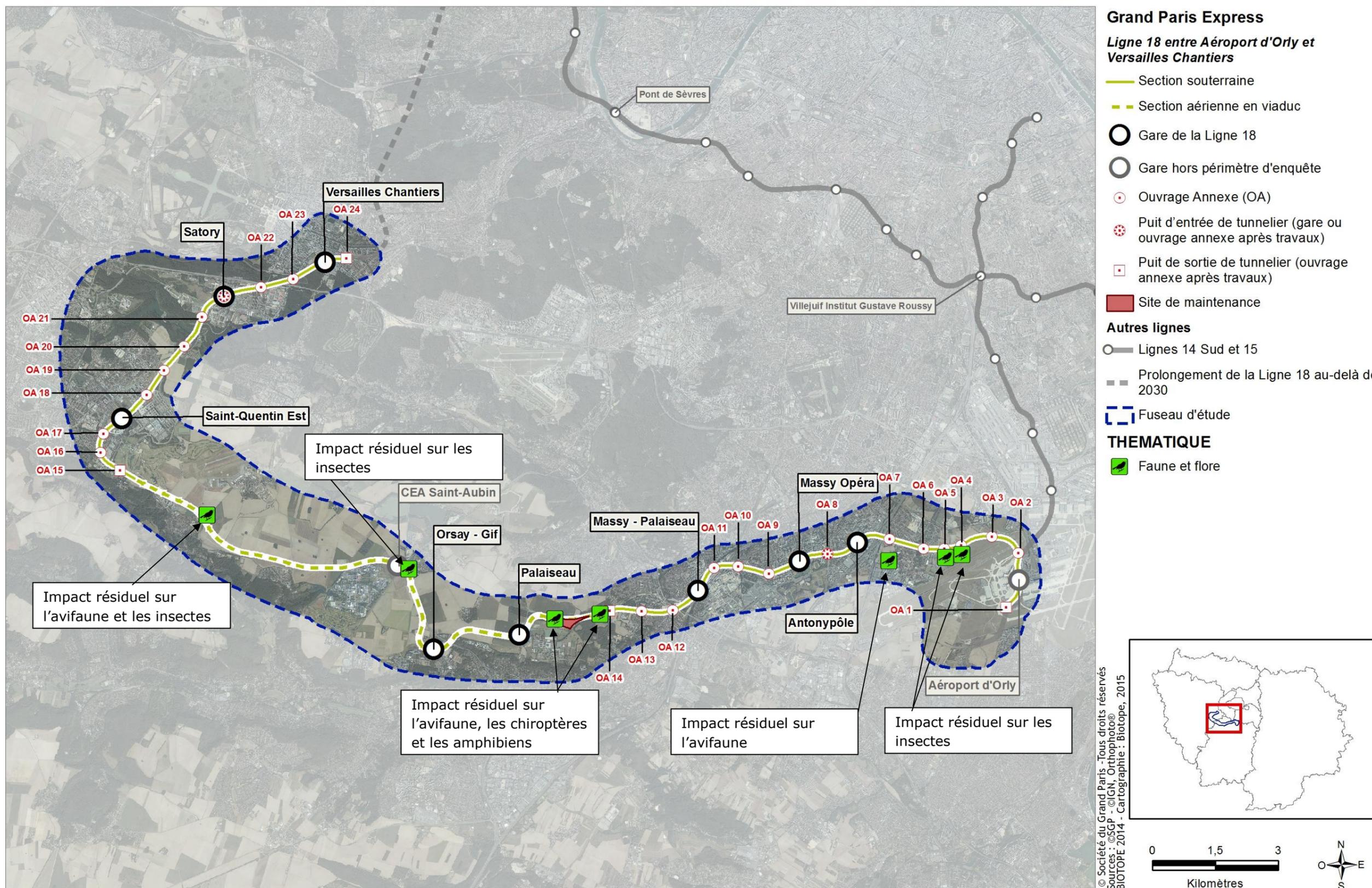
2.2.13.1 Rappel des impacts résiduels notables après mise en place de la démarche d'évitement et de réduction

Impacts résiduels par espèces après application des mesures d'évitement et de réduction en phase chantier et en phase d'exploitation

	Espèces impactées	Analyse de l'état de conservation	Types de milieux	Surfaces impactées
Milieux naturels	Tous types de milieux	Pas d'atteinte à l'état de conservation des milieux Pas de nécessité de compensation		
Flore	Saule roux (EPPS) Scirpe des marais (EPPS) Sauge des prés (EPPS) Massette à feuilles étroites (EPPS) Salicaire à pourpier d'eau (EPPS) Salicaire à feuilles d'hysope (EPPS et BIOTOPE, 2014) Raiponce en épi (CBNBP, 2008) Autres espèces communes	Pas d'atteinte à l'état de conservation des espèces Pas de nécessité de compensation		
Amphibiens	Croix de Villebois (Viaduc) Triton crêté	L'état de conservation du taxon est susceptible d'être affecté à l'échelle du projet, sans la mise en place de mesures adaptées. Nécessité de compensation	Habitat terrestre boisé	3,5 ha (compensation à associer avec les oiseaux et chiroptères)
	Autres espèces	Pas d'atteinte à l'état de conservation des espèces Pas de nécessité de compensation		
Reptiles	Lézard des murailles Orvet fragile Couleuvre à Collier Autres espèces communes	Pas d'atteinte à l'état de conservation des espèces Pas de nécessité de compensation		
Oiseaux nicheurs	OA 3 à 7 - ZAC QOX (viaduc et SMR) - Friche du CEA (gare) - Friche « La Perruche » de Châteaufort (viaduc) - OA 18 Linotte mélodieuse	L'état de conservation du taxon est susceptible d'être affecté à l'échelle du projet, sans la mise en place de mesures adaptées. Nécessité de compensation	Habitat de nidification avéré et probable Friche arbustive et lisière boisée	1,65 ha (compensation à associer avec les insectes)
	Croix de Villebois (Viaduc) Bouvreuil pivoine	L'état de conservation du taxon est susceptible d'être affecté à l'échelle du projet, sans la mise en place de mesures adaptées. Nécessité de compensation	Habitat de nidification probable Boisement et lisière à essences fruitières	3,5 ha
	Pic noir	Pas d'atteinte à l'état de conservation des espèces Pas de nécessité de compensation		
	Autre espèces communes	Pas d'atteinte à l'état de conservation des espèces Pas de nécessité de compensation		
Insectes	OA 3 et 4 <u>Protégée</u> : Conocéphale gracieux <u>Patrimoniales</u> : Criquet marginé, Decticelle bariolée, Decticelle carroyée, Grisette, Conocéphale gracieux, Cordulégastre annelé, Aeshne affine	L'état de conservation du taxon est susceptible d'être affecté à l'échelle du projet, sans la mise en place de mesures adaptées. Nécessité de compensation	Habitat de reproduction, de maturation, de déplacement et de vie Milieu thermophile à xéro-thermophile Milieu thermohygrophile	Maximum 2, 4 ha
	Rigole des Granges <u>Patrimoniales</u> : Criquet marginé, Decticelle bariolée			Maximum 0, 4 ha
	Friche CEA <u>Protégée</u> : Oedipode turquoise, <u>Patrimoniales</u> : Leste barbare, Grillon d'Italie, Leste brun, Leste verdoyant et Thécla du Bouleau			Maximum 0,8 ha
	Friche de la Perruche à Châteaufort <u>Protégée</u> : Conocéphale gracieux <u>Patrimoniales</u> : Aeshne affine, Criquet marginé			Maximum 0,25 ha

	Espèces impactées	Analyse de l'état de conservation	Types de milieux	Surfaces impactées
	Autres espèces communes	Pas d'atteinte à l'état de conservation des espèces Pas de nécessité de compensation	Tous types de milieux	-
Chiroptères	Viaduc et SMR <u>Protégée</u> Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Noctule commune à proximité immédiate du projet	L'état de conservation du taxon est susceptible d'être affecté à l'échelle du projet, sans la mise en place de mesures adaptées. Nécessité de compensation	Habitats de chasse Habitats de gîte potentiels Lisières et boisements vieux et riches en cavités	3,5 ha
Mammifères non-volants	<u>Protégée</u> Ecureuil roux, Hérisson d'Europe	Pas d'atteinte à l'état de conservation des espèces Pas de nécessité de compensation		
Autres taxons (branchiopodes, mollusques)	<u>Patrimoniales</u> : Chirocéphale	Pas d'atteinte à l'état de conservation des espèces Pas de nécessité de compensation		

Localisation des impacts résiduels potentiellement significatifs sur les habitats d'espèces et les individus



© Société du Grand Paris - Tous droits réservés
 Sources : ©SGP - ©IGN, Orthophoto®
 BIOTOPE 2014 - Cartographie : Biotope, 2015

2.2.13.2 Stratégie de compensation

La définition des mesures compensatoires se baseront sur les fondements suivants :

- **Pas de perte nette de biodiversité** : Les paragraphes suivants ainsi que le paragraphe qui concerne les mesures d'évitement et d'atténuation s'appliquent à démontrer l'absence de perte nette d'habitats ou de fonctionnalité ;
- **Recherche de l'additionnalité** ;
- La **faisabilité et la pérennité des mesures** : toutes les mesures seront à terme toutes chiffrées, actées par la Maîtrise d'ouvrage et leur mise en place garantie. Les modalités de partenariats étant actuellement en cours de discussion, des précisions seront faites ultérieurement sur ces éléments.

Les mesures de compensation seront à préciser suite à l'avancée du projet dans les études de conception du projet. Les discussions déjà engagées avec certains partenaires territoriaux seront avancées (ONF, PNR Haute vallée de la Chevreuse, Conseils généraux des Yvelines et de l'Essonne, EPPS, etc.). La définition de mesures de compensation avec ces partenaires permettra d'aboutir à une équivalence écologique par rapport aux impacts résiduels induits par le projet et rappelés dans le tableau précédent.

Les mesures seront mises en œuvre en priorité sur du foncier public et pérenne de manière à assurer la pérennité des mesures et le maintien des populations d'espèces. Enfin, il est important de souligner que l'état de conservation des milieux impactés est dégradé sur certains secteurs (friche du CEA, Camille Claudel ainsi que la friche de la Perruche à Châteaufort). Les mesures de compensation mises en œuvre auront pour ambition d'apporter une plus-value écologique par rapport aux milieux impactés par la création / restauration de milieux dans un meilleur état de conservation.

Ces mesures seront détaillées dans le cadre de l'étude d'impact actualisée valant dossier loi sur l'eau qui viendra en phase avant-projet selon les calendriers de travaux ainsi que dans les dossiers de demande de dérogation espèces protégées et défrichement au titre du code forestier si nécessaire .

Synthèse des besoins de compensation identifiés à l'échelle de l'ensemble du projet

Espèces impactées	Type d'habitat	Localisation et élément projet concerné	Surface à compenser
Avifaune (Linotte mélodieuse)	Friches arborées et arbustives	OA 3 à 7 ZAC QOX (viaduc et SMR) Friche du CEA (gare) Friche « La Perruche » de Châteaufort (viaduc) OA 18	1,65ha
Avifaune (Bouvreuil pivoine)	Boisement de la Croix de Villebois	Viaduc et SMR	3,5ha
Amphibiens (Triton crêté)	Habitats terrestres	Viaduc au niveau de la ZAC QOX	3,5ha
Chiroptère (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Noctule commune à proximité immédiate du projet)	Habitats de chasse Habitats de gîte potentiels Lisières et boisements vieux et riches en cavités	Viaduc et SMR	3,5ha
Insectes Conocéphale gracieux et Oedipode turquoise Et plusieurs espèces patrimoniales	Habitat de reproduction, de maturation, de déplacement et de vie Milieu thermophile à xéro-thermophile Milieu thermohygrophile	OA 3 et 4 Rigole des Granges Friche CEA Friche de la Perruche à Châteaufort	3,85 ha

2.2.14. Synthèse des impacts et mesures concernant la faune, la flore et les milieux naturels

Les mesures de compensation seront à préciser suite à l'avancée du projet dans les études de conception du projet. Les discussions déjà engagées avec certaines partenaires territoriaux seront avancées (ONF, PNR Haute vallée de la Chevreuse, Conseils généraux des Yvelines et de l'Essonne, EPPS, etc.). La définition de mesures de compensation avec ces partenaires permettra d'aboutir à une équivalence écologique par rapport aux impacts résiduels induits par le projet et rappelés dans le tableau précédent.

Les mesures seront mises en œuvre en priorité sur du foncier public et pérenne de manière à assurer la pérennité des mesures et le maintien des populations d'espèces. Enfin, il est important de souligner que l'état de conservation des milieux impactés est dégradé sur certains secteurs (friche du CEA, Camille Claudel ainsi que la friche de la Perruche à Châteaufort). Les mesures de compensation mises en œuvre auront pour ambition d'apporter une plus-value écologique par rapport aux milieux impactés par la création / restauration de milieux dans un meilleur état de conservation.

Ces mesures seront détaillées dans le cadre de l'étude d'impact actualisée valant dossier loi sur l'eau qui viendra en phase avant-projet selon les calendriers de travaux ainsi que dans les dossiers de demande de dérogation espèces protégées et défrichement au titre du code forestier si nécessaire .

Groupes et sites concernés		Type de l'impact	Mesures d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Habitat naturel	Ensemble du projet	Dégradation voire destruction en phase chantier Dégradation par entretien en phase d'exploitation	<u>Phase études et chantier</u> - Balisage du chantier pour éviter son extension - Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville - Maintenir la végétalisation des berges au niveau du franchissement de la rigole de Corbeville - Restauration des emprises chantier non concernées par des emprises définitives du projet - Repérage spécifique en amont au démarrage des travaux afin d'actualiser le diagnostic et piquetage des espèces invasives - Mesures nécessaires à l'évitement de la propagation des espèces invasives (gestion, suppression, déchets exportés vers une filière adaptées, revégétalisation rapide du sol, mesures prophylactiques) <u>Etudes à venir :</u> - Demande d'autorisation de défrichement	Impacts résiduels mineurs	Aucune mesure compensation nécessaire Compensation boisement à évaluer dans la demande d'autorisation de défrichement à venir	<u>Suivi environnemental du chantier :</u> - Repérage et piquetage des espèces invasives	Pas de surcoût – intégré dans la conception du projet
Flore	SMR de Palaiseau	<u>En phase chantier :</u> - Destruction de stations d'espèces végétales patrimoniales	<u>Phase études et chantier</u> - Etudes de variante et choix du tracé le moins impactant - Optimisation des emprises et du tracé vers le nord du Boulevard aménagé pour le passage du TCSP au sud de la gare de Palaiseau - Balisage du chantier pour éviter son extension - Balisage des stations d'espèces végétales patrimoniales présentes à proximité du chantier (Cynoglosse officinale et Erigeron âcre) -	Faible	Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre	<u>Suivi environnemental du chantier</u> - Balisage du chantier - Balisage des espèces végétales patrimoniales présentes à proximité des emprises travaux - Visites de terrain en fonction du planning des travaux et du cycle écologique des espèces	Pas de surcoût – intégré dans la conception du projet
	Autres éléments projets	<u>En phase d'exploitation :</u> - Dégradation de stations d'espèces végétales patrimoniales lors de l'entretien des dépendances vertes		Nul à négligeable			

Groupes et sites concernés		Type de l'impact	Mesures d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Oiseaux	OA 3 à 7	<u>En phase chantier :</u> - Dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'oiseaux et des individus en période de nidification	<u>Phase études et chantier</u> - Etudes de variantes et choix de tracé le moins impactant, - Adaptation du calendrier travaux (défrichement hors période de nidification), - Conserver les coupes sur place (Pic noir), - Conserver une lisière de 30m (mesure EPPS) - Créer une haie arbustive d'essences fruitières faisant lien entre la lisière boisée et la forêt de Palaiseau (Bouvreuil pivoine) - , <u>Mesure d'accompagnement :</u> - Accompagner la mise en place du plan de gestion des boisements sur la ZAC QOX et par extension, sur le plateau de Saclay	Modéré à l'échelle du projet (Linotte mélodieuse)	Besoin de compensation pour la Linotte mélodieuse et le Bouvreuil pivoine	<u>Suivi environnemental du chantier</u> - Avant le démarrage des travaux : inventaires complémentaires pour vérifier l'absence d'enjeux des espèces potentielles, - En phase chantier : des visites de terrain par un écologue, - A l'issue de la phase chantier : un suivi des espèces patrimoniales, - Un suivi spécifique de la mortalité induit par le viaduc.	Coûts précis calculés dans les étapes de conception de projet
	ZAC QOX Boisement de la Croix de Villebois			Faible pour le Pic noir Modéré pour le Bouvreuil pivoine			
	ZAC QOX Zones humides	-					
	ZAC QOX Zones arbustives	Modéré à l'échelle du projet (Linotte mélodieuse)					
	Friche du CEA	Modéré à l'échelle du projet (Linotte mélodieuse)					
	Friche « La Perruche » de Châteaufort	Modéré à l'échelle du projet (Linotte mélodieuse)					
	Zones agricoles Châteaufort	-					
	OA 18	Modéré à l'échelle du projet (Linotte mélodieuse)					
Amphibiens	OA 6	<u>En phase chantier :</u> - Dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'amphibiens et des individus - Perte de fonctionnalité des corridors écologiques <u>En phase d'exploitation :</u> - Dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes	<u>Phase études et chantier</u> - Etudes de variantes pour la mare 59H - Etude de variantes de tracé sur la ZAC QOX et discussions en cours avec l'EPPS et choix de tracé le moins impactant, - Pose de barrières anti-retour, - Adaptation des périodes de défrichement et déplacement des individus si nécessaire, - Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville, - Remise en état des sites -	Négligeable	Besoin de compensation pour le Triton crêté	<u>Suivi environnemental du chantier</u> - Avant le démarrage des travaux : inventaires complémentaires pour vérifier l'absence d'enjeux sur les sites identifiés, - Avant le démarrage des travaux : mise en place des barrières anti-retour autour des futures emprises, - En phase chantier : des visites de terrain par un écologue, - Fin de chantier : enlèvement des barrières anti-retour et de l'ouvrage de traversée de la rigole de Corbeville, - A l'issue de la phase chantier : un suivi des espèces patrimoniales.	Coûts précis calculés dans les étapes de conception de projet
	OA 14			Faible			
	ZAC QOX			Modéré pour le Triton crêté			
	Mare 59 H à l'ouest de l'étang de l'Ecole Polytechnique			Faible			
	Viaduc – franchissement de la rigole de Corbeville			Faible			
	Viaduc – nord RD36 et de la rigole de Châteaufort			Négligeable			
	OA 15			Faible			

Groupes et sites concernés		Type de l'impact	Mesures d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Reptiles	Ensemble du projet	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation voire destruction des habitats d'espèces de reptiles et des individus - Dérangement des individus (augmentation de la fréquentation aux abords du chantier, bruit, pollution lumineuse) <p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes 	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Enlèvement des éléments favorables aux espèces, - Mise en place de cache de substitution - 	Faible	Pas de besoin de compensation	<p><u>Suivi environnemental du chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Avant le démarrage des travaux : enlèvement des habitats favorables au groupe, - En phase chantier : des visites de terrain par un écologue, <p>A l'issue de la phase chantier : remise en état des sites et installations d'habitats favorables au groupe (muret en pierre sèche, etc.).</p>	Coûts précis calculés dans les étapes de conception de projet
Insectes	OA 4 et 5 OA 8 OA 14 Zone humide 54H Viaduc – Franchissement de la Rigole de Corbeville Viaduc - CEA Viaduc – friche de la « Perruche » - Châteaufort	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'insectes et des individus - Dégradation des habitats de reproduction des reptiles inféodés aux milieux aquatiques par pollution accidentelle <p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes 	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Etude de variantes - Créer une friche thermohygrophiles et entretenir favorablement les espaces verts alentours au niveau de Camille Claudel - Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville - Restaurer la friche xero-thermophile voir thermohygrophile au niveau des friches sèches à humide du CEA et de Châteaufort - Déplacement des orthoptères (expérimental) - Développer une base chantier imperméable - 	Modéré	Besoin de compensation <ul style="list-style-type: none"> - Créer une friche thermohygrophiles et entretenir favorablement les espaces verts alentours au niveau de Camille Claudel - Restaurer la friche xero-thermophile voir thermohygrophile au niveau des friches sèches à humide du CEA et de Châteaufort 	<p><u>Suivi environnemental du chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Avant le démarrage des travaux pour le déplacement des orthoptères : 2 passages d'écologue, - En phase chantier : des visites de terrain par un écologue, - En phase chantier : nettoyage régulier des abords du chantier pour éviter le risque de pollution 	Coûts précis calculés dans les étapes de conception de projet
Chiroptères	Section aérienne	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégradation voire destruction des habitats des chiroptères : gîtes/corridors/zones de chasse - Dérangement des populations - Modification des axes de déplacement (limitation de la connectivité des habitats) <p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Risque de collision d'espèce avec la circulation du métro - Dérangement des populations - Modification de la composition paysagère 	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Etudes des variantes - Limiter les emprises du projet - adapter les coupes des boisements à l'écologie des chauves-souris - Précaution lors des abatages d'arbres - Remise en état des sites - Création d'une haie arborée entre la croix de Villebois et la forêt de Palaiseau - Renforcer/Créer des haies et alignements pour rétablir des axes de vol depuis la forêt de Palaiseau vers la vallée de la Bièvre en passant par le réseau de rigole et de haies - Assurer une gestion des boisements favorable aux chiroptères - Sécurisation du franchissement du secteur en tranchée ouverte au niveau de la Croix de Villebois - Limiter l'éclairage au niveau de la transition viaduc/souterrain 	Modéré	Besoin de compensation à coupler avec la compensation oiseaux / Amphibiens	<p><u>Suivi environnemental du chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Avant le démarrage des travaux : identification des gîtes, - Si identification de gîte : accompagnement dans l'abattage d'arbres - En phase chantier : des visites de terrain seront réalisées par l'écologue pour identifier si les mesures prises sont suffisantes, - A l'issue de la phase chantier : remise en état des sites et installations d'habitats favorables au groupe (accompagnement dans la revégétalisation, etc.), - A l'issue de la phase chantier : un suivi des espèces patrimoniales connues et impactées par le projet 	Coûts précis calculés dans les étapes de conception de projet

Groupes et sites concernés		Type de l'impact	Mesures d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Mammifères	Viaduc Boisement de la Croix de Villebois	<u>En phase chantier :</u> - Dégradation voire destruction des habitats d'espèces d'insectes et des individus	<u>Phase études et chantier</u> - Limiter les emprises chantiers - Etude sur la nécessité d'une pose d'écuroduc <u>Phase exploitation</u> - Mise en place d'une gestion extensive	Faible	Pas de besoin de compensation	<u>Suivi environnemental du chantier</u> - En phase chantier : des visites de terrain - A l'issue de la phase chantier : remise en état des sites et installations d'habitats favorables	Pas de surcoût – intégré dans la conception du projet
	Viaduc Franchissement RN118	- Rupture de continuités écologiques - Dérangements des individus					
	Viaduc Golf national de Guyancourt / Bois des Roches	<u>En phase d'exploitation :</u> - Dérangements des individus - Dégradation des habitats d'espèces lors de l'entretien des dépendances vertes					
Poissons	Ensemble du projet	<u>En phase chantier :</u> - Modification hydraulique, hydrogéologique et pollution accidentelle <u>En phase d'exploitation :</u> - Pas d'impact	<u>Phase études et chantier</u> - Ouvrages de traitement/rétention/régulation adaptés à la nature des effluents collectés - Prévention des pollutions accidentelles - Protocole de gestion d'une éventuelle pollution accidentelle - Réalisation d'aires de chantier d'emprises compatibles avec le réseau hydrographique superficiel - Utilisation de dispositions constructives de moindre emprise, notamment concernant le viaduc - Transparence hydraulique des aires de chantier vis-à-vis des cours d'eau, étangs, rigoles - Mise en place de fossés longitudinaux interceptant les ruissellements extérieurs au projet.	Faible	Pas de besoin de compensation	-	Pas de surcoût – intégré dans la conception du projet
Autres taxons (mollusques et branchiopodes)	Ensemble du projet	<u>En phase chantier et en phase d'exploitation :</u> - Pas d'impact	- Aucune mesure	Faible	Pas de besoin de compensation	-	Aucun surcoût

Légende : Impact résiduel nul/négligeable | Impact résiduel faible | impact résiduel modéré | Impact résiduel fort | Impact résiduel positif

2.3. Zones humides

2.3.1. Rappel des enjeux liés aux zones humides

La bibliographie sur les zones humides couvre globalement 90% du territoire étudié.

Les zones humides se localisent principalement au niveau du plateau de Saclay, des rigoles et le long des vallées de la Mérantaise et de la Bièvre.

D'après l'étude zone humide réalisée sur le territoire de l'EPPS, plusieurs zones humides se distinguent à l'échelle du fuseau d'étude :

Zones humides de plateau :

- les cours d'eau et têtes de bassin : il s'agit des petits cours d'eau qui prennent leur source sur le plateau et se jettent dans les vallées qui encadrent le plateau. Souvent enclavées en secteur cultivé ou urbanisé, ces habitats présentent généralement une végétation peu typique ;
- Les rigoles et aqueducs : Ils sont d'origine artificielle et forment un réseau de drainage relié aux étangs. La plupart sont peu entretenus et sont de ce fait à moitié comblés. Un projet de restauration et d'entretien a toutefois été élaboré dans le cadre de l'Etude Globale sur la Gestion de l'eau (EGGE) ;
- les étangs : Ils sont tous d'origine artificielle sur le plateau. Cependant, de par leur ancienneté, ils abritent une végétation bien développée et parfois riche en espèces d'intérêt patrimonial. On y trouve notamment des roselières, des végétations de vases exondées, etc. ;
- Les friches et prairies humides : elles se développent à proximité des étangs ou des rigoles. Ce sont des formations herbacées denses plus ou moins dominées par les graminées, qui se développent sur sol humide et sont soumises à des inondations régulières.

Les zones humides de versant :

Elles se situent au contact du plateau et de la vallée. Il s'agit des sources à Dorines (*Chrysosplenium alternifolium*) du secteur de la Geneste (vallée de la Bièvre), liées aux résurgences de la nappe. Elles restent mal connues dans le périmètre d'étude et n'ont pas été revues récemment.

Secteurs concernés	Niveau d'enjeu
Section Orly - Palaiseau	Présence de zones humides potentielles recoupant la zone de passage préférentiel et quelques zones humides avérées ne recoupant la zone de passage préférentiel
Section Palaiseau – Magny-les-Hameaux	Présence de zones humides avérées par la bibliographie et par les expertises de terrain recoupant par endroit la zone de passage préférentiel
Section Magny-les-Hameaux - Versailles	Présence de zones humides avérées par la bibliographie et par les expertises de terrain recoupant la zone de passage préférentiel

2.3.2. Méthodologie retenue dans l'analyse des impacts et la définition de mesures

La démarche de caractérisation des impacts est identique à celle décrite dans le chapitre faune-flore du présent document. L'évitement, puis la réduction ont été au cœur de la démarche. La compensation étant proposée en ultime recours.

2.3.3. Impacts et mesures du projet sur la faune, la flore et les milieux naturels en phase chantier

L'installation de bases chantiers à proximité ou directement sur des zones humides peut avoir diverses conséquences directes sur leur fonctionnement qui sont détaillées ci-après.

• Le risque de destruction de zones humides et de la faune associée à proximité

L'emprise chantier recoupe environ 1ha de zones humides à l'échelle du projet de la ligne 18. Plusieurs projets en cours comme la ZAC QOX et la ZAC Moulon impactent en amont ces zones humides. Chaque entité humide identifiée dans l'état initial étant recoupée par le projet est détaillée par la suite :

- **Zones humides de Polytechnique et mares et mouillères de QOX Nord,**

Sur ce secteur l'EPPS mène le projet de la ZAC QOX qui impactent de nombreuses zones humides et qui fait l'objet à ce titre de mesures de compensation propres définies par arrêté.

Le projet préserve les zones humides suivantes :

- la mouillère 54F : superficie 95 mètres carrés
- la mare 59 C : superficie 290 mètres carrés
- la dépression humide 59E : superficie 2 410 mètres carrés
- les berges du lac de Polytechnique (59F) (à 90 %) : superficie 271 mètres carrés.

Les mesures compensatoires proposées s'étant sur une superficie d'environ 15,5 ha, équivalente à un ratio de compensation de 150 % des zones humides impactées.

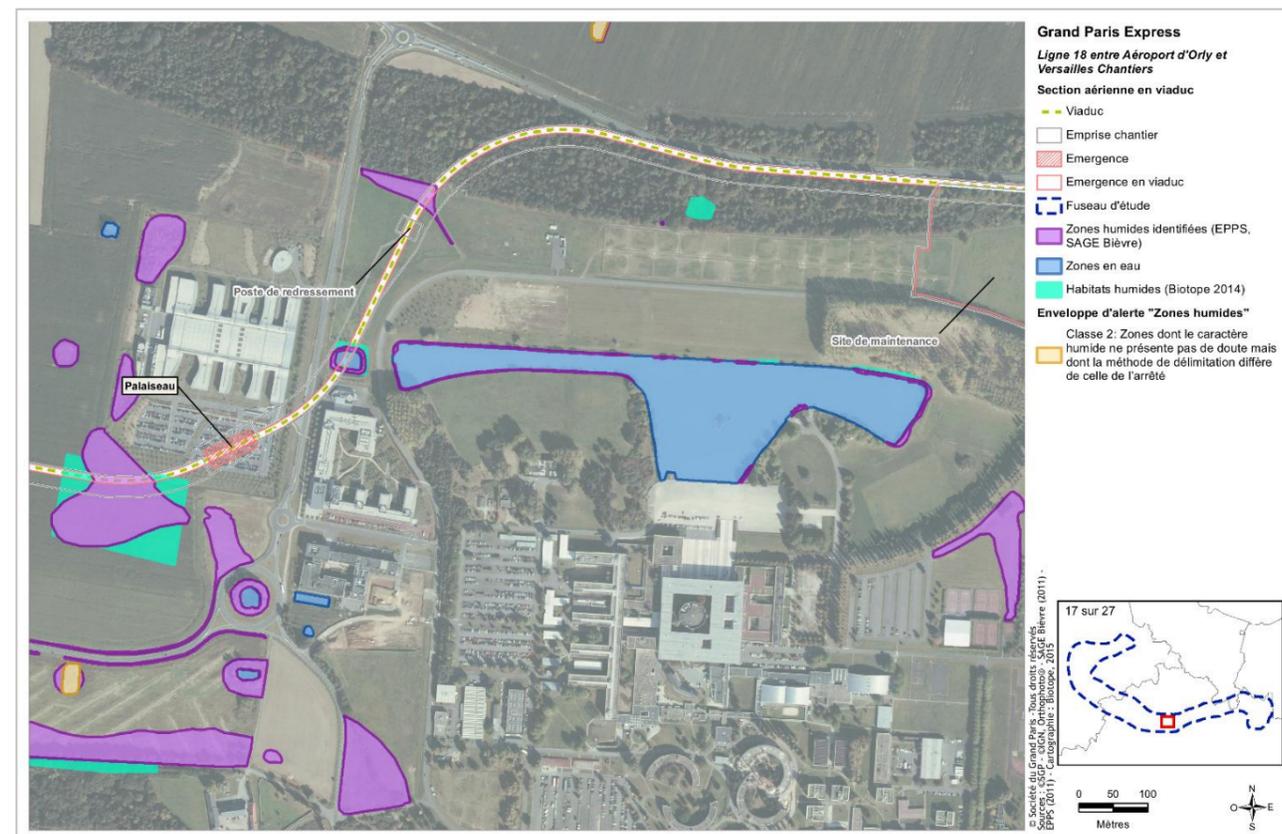
La compensation des zones humides impactées par le projet porte ainsi sur :

- la restauration de 5 mares (surface totale de 3 874 m²) et 1 dépression humide (740 m²) ;
- la création de 5 mares (2 800 m²), 7 mouillères (4 813 m²), 4 dépressions humides (38 713 m²) ;
- le confortement du corridor écologique créé via les deux noues S1 et S2 pour la gestion des eaux pluviales au sud de la ZAC du quartier de l'École Polytechnique. Les surfaces prises en compte pour la compensation des zones humides intègrent uniquement l'emprise dédiée au confortement de ce corridor (11 500 m²), excluant l'emprise dédiée à la gestion des eaux pluviales.

Le projet prévoit également la création de zones humides associées aux bassins de rétention aménagés au nord de la ZAC. La surface totale créée est égale à 9,2 ha : elle correspond à la zone soumise à inondation et exondation pour chaque bassin (elle n'intègre donc pas la zone en eau

permanente). Notons que 30 % de l'emprise (soit 3 ha) sera adaptée au développement de l'Étoile d'Eau et du Triton crêté, conformément aux dispositions du dossier de demande de Dérogation des Espèces Protégées.

- L'aménagement de tas de bois et de pierres, favorables à l'estivage et à l'hivernage des amphibiens et des reptiles, dans l'emprise des noues Sud.



Localisation des zones humides au niveau de la ZAC QOX

La localisation du viaduc et du SMR ne remettent pas en cause la réalisation des mesures qui seront mises en œuvre au fur et à mesure et au plus tard avant le 31 décembre 2032 d'après l'arrêté préfectoral n°2012/DRIEE/132 portant dérogation à l'interdiction d'atteinte à plusieurs espèces ou habitats d'espèces protégées (les mesures de compensation sont mutualisées avec les mesures pour la faune et la flore protégées).

L'arrêté prévoit notamment :

- La création de dépressions humides, à l'ouest de la ZAC sur des terrains dont l'EPPS devra avoir maîtrise foncière, d'au moins 4,7 ha. La dépression D2 devra être constituée avant le 31 décembre 2019 ;
- La création de 5 mares au nord du secteur Nord-Est de la ZAC, au sein du site Polytechnique et en forêt de Palaiseau ;
- La création de bosquets favorables à l'hivernage et à l'estivage des amphibiens aux bords des mares et dépressions humides en périphérie Ouest du projet ;

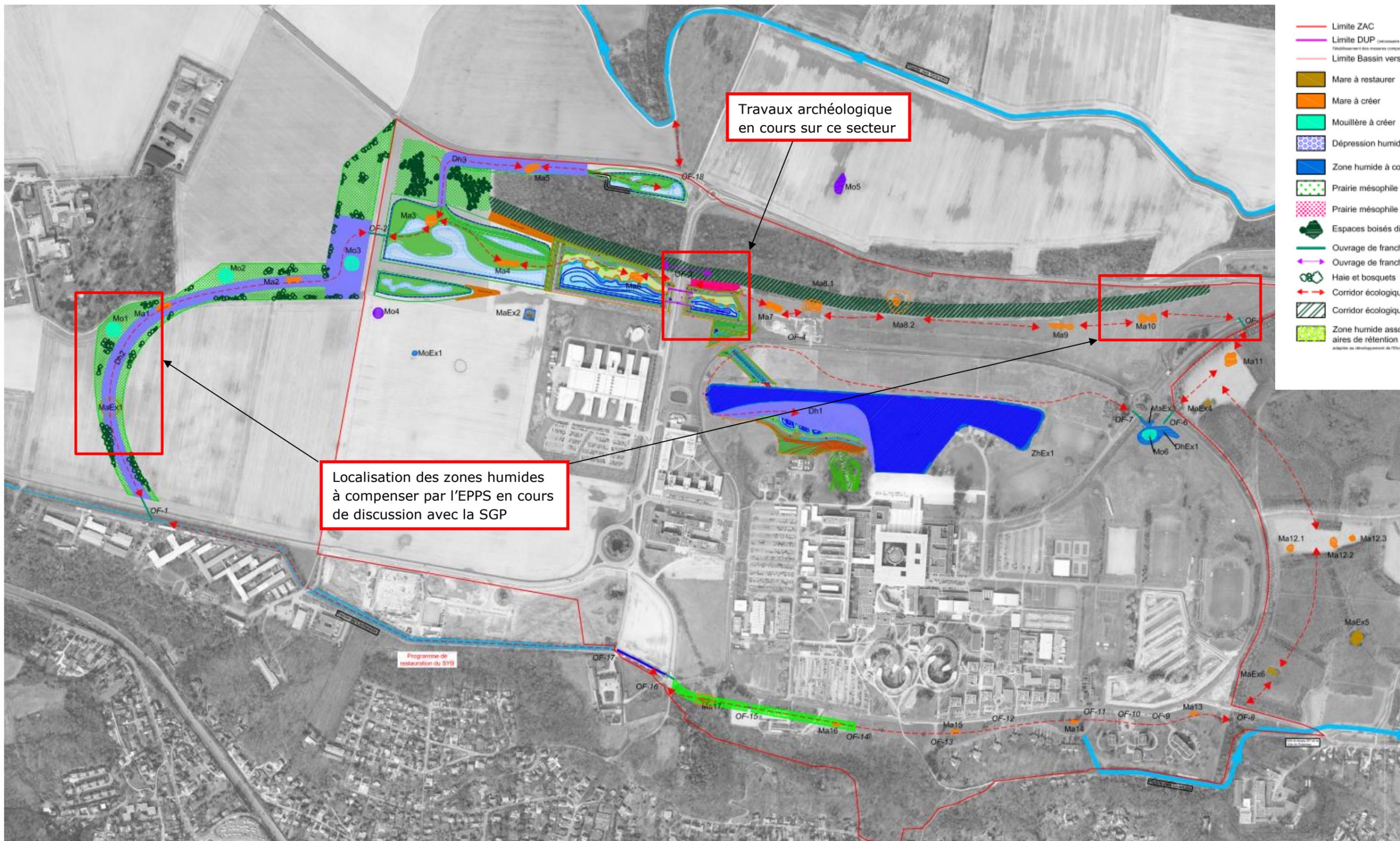
A noter que l'identification des sites de compensation reste des principes de localisation. En effet, un comité scientifique se tient à minima deux fois par an pour valider les actions sur la biodiversité menées dans le cadre des travaux d'aménagement de la ZAC QOX.

Des discussions sont actuellement en cours entre la SGP et l'EPPS pour adapter au mieux le projet de métro et coordonner la planification spatiale et temporelle des mesures de l'EPPS à mettre en œuvre sur la ZAC QOX.

Les sites en discussion et les propositions en réflexion sont les suivantes :

- les futures zones humides XX et WW plus au sud du boisement, en continuité de la haie dense d'essences forestières prévues pour le Bouvreuil pivoine et qui servira de support de déplacement et à l'estivage des amphibiens ;
- la dépression n°2, n°5 et les zones humides CC et n°52 pour une intégration des différentes planifications temporelles et spatiales des projets. Une attention particulière est à porter sur la dépression n°2.

Cette approche mutualisée entre l'EPPS et la SGP permettra, *in fine*, de proposer un projet plus ambitieux dans la mesure où la compensation suppose qu'il n'y ait pas de pertes écologiques mais un gain écologique et en terme de fonctionnalité.



Localisation des mesures environnementales toutes thématiques confondues (EPPS, dernières mises à jour en 2015)

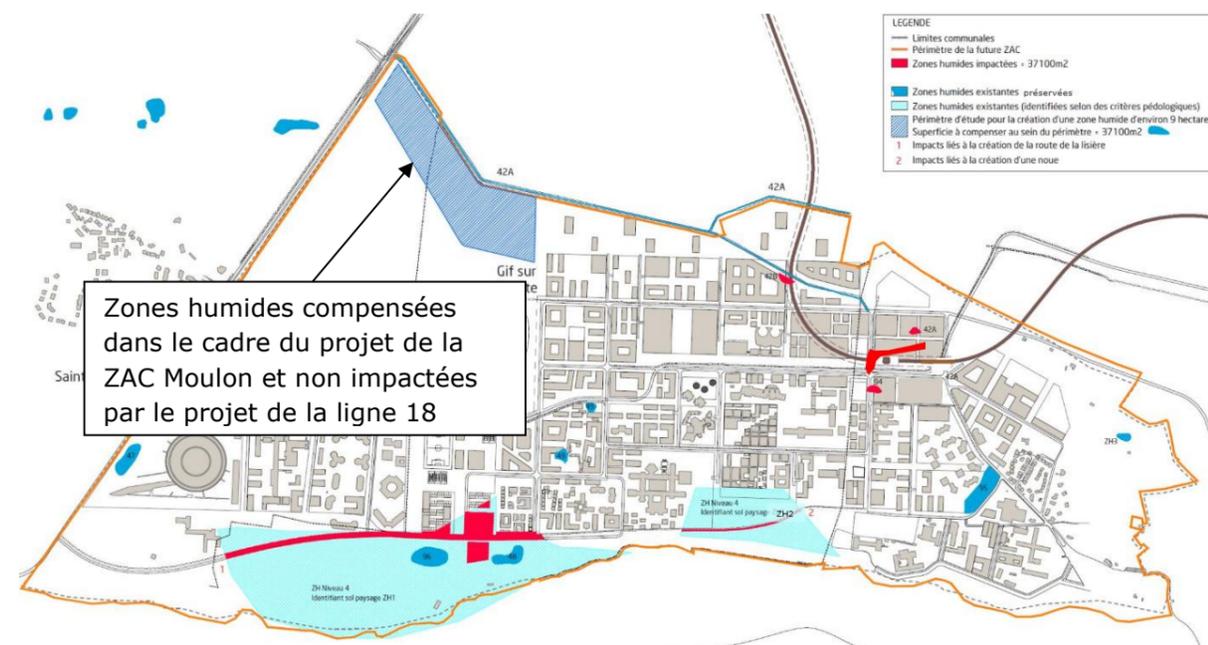
Dépression humide et rigole de Corbeville,

Sur ce secteur, s'inscrit le projet de la ZAC Moulon qui identifie des impacts du projet sur 3000m² de la dépression humide de Corbeville et de 4500m² de la rigole de Corbeville.

Afin de compenser les surfaces de zones humides impactées par le projet de la ZAC Moulon, le programme d'aménagement prévoit la création d'une **vaste zone humide d'environ 3,7 ha en lien fonctionnel avec la rigole de Corbeville**, qui a été préférentiellement localisée dans sa partie Ouest afin d'être suffisamment éloignée des secteurs urbanisés.

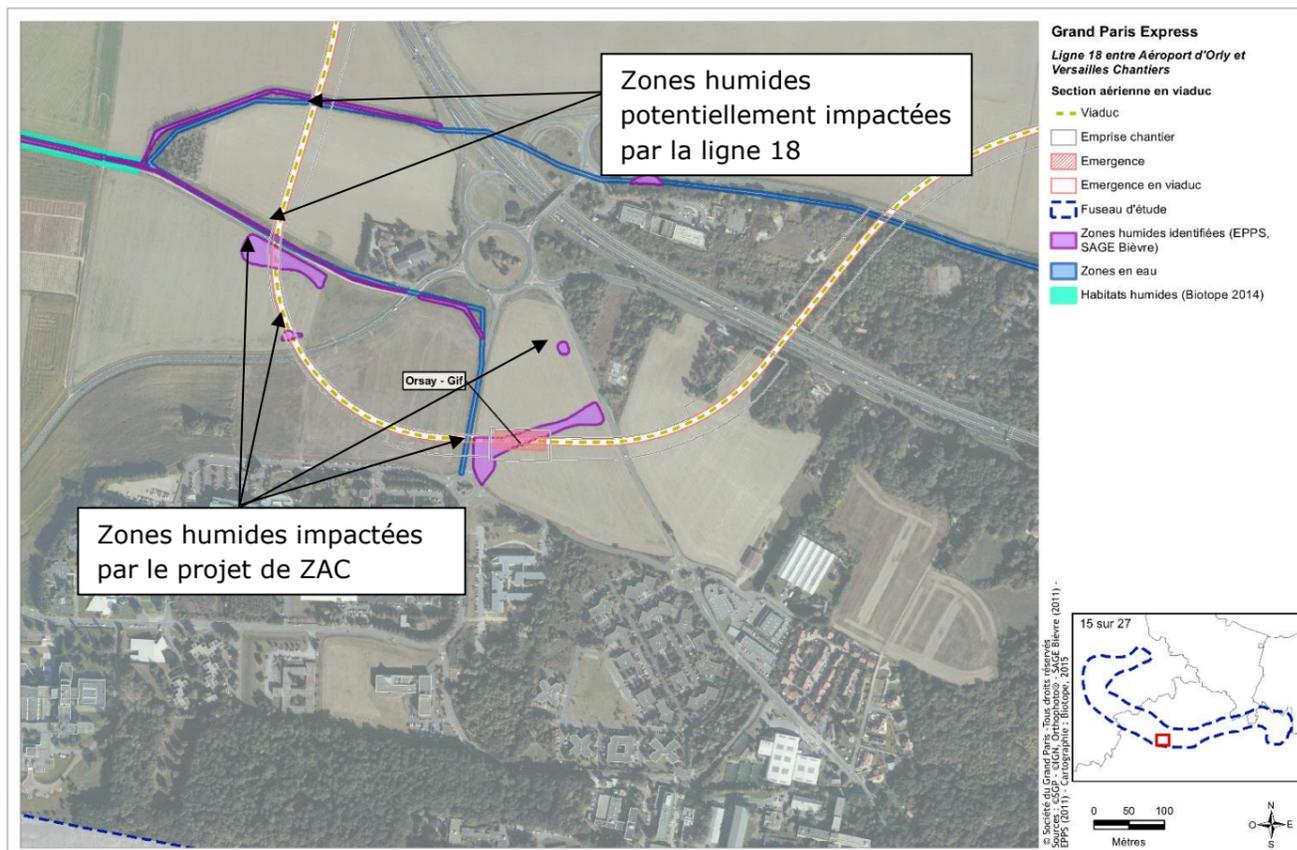
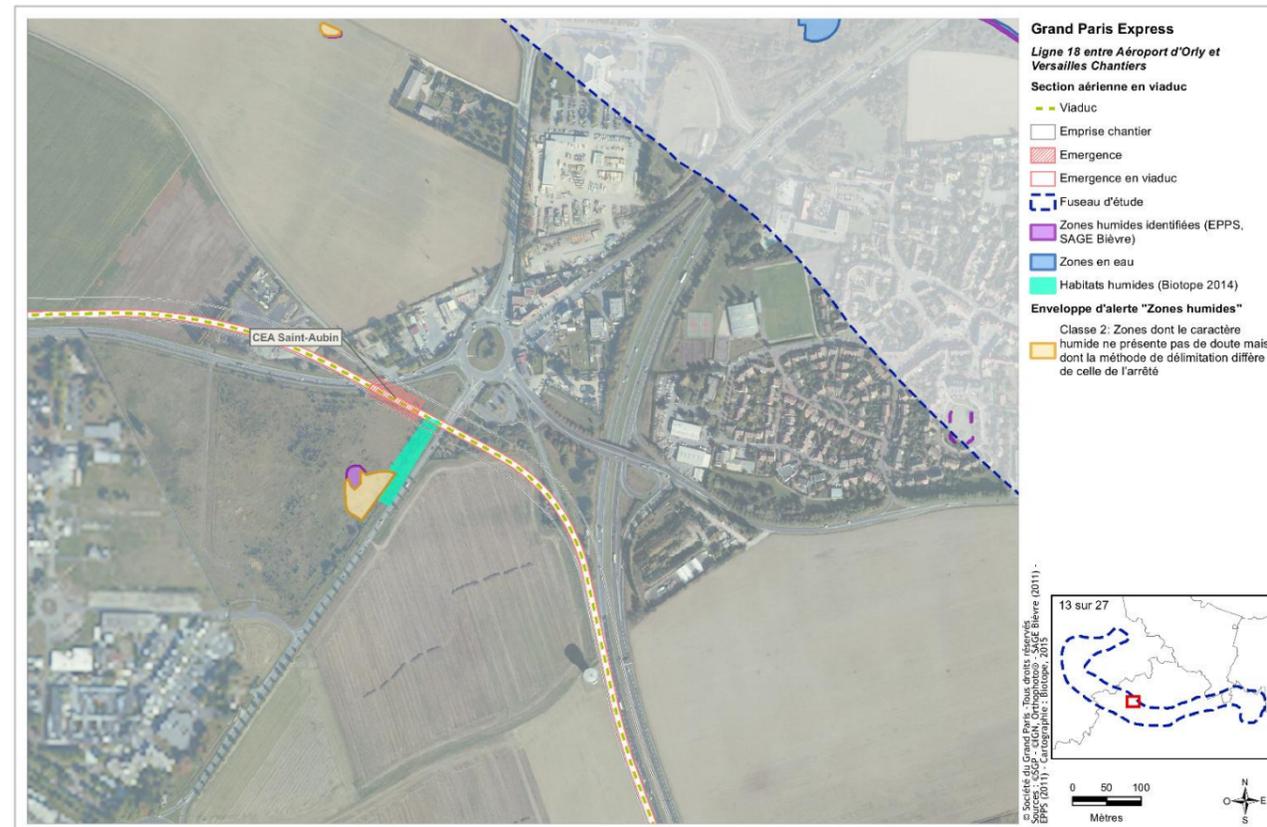
Ainsi, en accord avec le principe de compensation prévu par le SDAGE, les zones humides impactées seront compensées à fonctionnalité équivalente, et a minima à 100 % des surfaces détruites. Un périmètre d'étude de 9 ha environ est défini pour le lancement d'une étude spécifique visant à déterminer son implantation et sa morphologie la plus juste au regard des caractéristiques topographiques et hydromorphique du site.

L'arrêté préfectoral n°2014.PREF.DRCL/BEPAFI/SSPILL/712 du 3 octobre 2014 prévoit la réalisation des mesures de compensation avant le 31 décembre 2018.



Zones humides du CEA

La zone humide est composée d'une roselière et de végétation des vases exondées à Bidents. La zone humide est impactée par le projet de la ligne 18 sur environ 280m².



- Bassin du rond-point de Châteaufort,

Il s'agit d'une zone de friche avec un bassin qui sera impacté sur environ 2 100m².



MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Évitement de la mare 59H au niveau de la ZAC QOX

La mare 59H à l'ouest du bassin de l'École Polytechnique se situe sur l'emprise chantier pressentie. Toutefois, au vu des enjeux écologiques (faune et flore) de la mare, des solutions d'évitement seront mis en œuvre dans les études approfondies du projet.

Limitation des emprises chantier par balisage des habitats humides

Les emprises chantier ayant été définies au strict nécessaire, l'impact sur les zones humides ne peut être évité. Toutefois, des mesures de précaution seront mises en œuvre pour éviter toutes extensions des emprises chantier. Pour cela, la zone de chantier sera délimitée par la mise en place de barrières.

La destruction d'habitats humides présents à proximité des ouvrages représente un impact potentiellement important. Dans l'objectif de limiter l'impact indirect sur les habitats humides à proximité des emprises chantier et de l'ouvrage, les interventions seront limitées à l'emprise stricte du chantier. Un balisage des zones humides favorables à la faune à proximité et non impactées sera également effectué. La mise en défens consistera à baliser le chantier et exclure toute nouvelle emprise à proximité. La mise en défens de ces secteurs s'accompagnera de la mise en place de panneaux de signalisation et d'une information de l'ensemble des personnels de chantier par un écologue en charge de l'accompagnement des travaux. La mise en défens des secteurs terrestres et le balisage avec des bouées visibles des ouvriers (pour les milieux aquatiques) seront réalisés durant la phase préparatoire de chantier, avant le passage des engins et les travaux.

Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville

Afin de limiter les impacts du chantier sur la rigole de Corbeville et ses zones humides et la faune qui lui est inféodée, deux ouvrages de franchissement seront installés au niveau des passages sur la rigole.

La traversée du cours d'eau se fera perpendiculairement à celui-ci afin de réduire le linéaire de berges touché par les travaux.

Dans ce contexte, l'objectif des travaux est de prévoir l'installation un mini-pont avec une arche en acier galvanisé ou d'une demi-buse de manière provisoire durant la phase chantier. Les buses rondes seront évitées puisque leur installation nécessite d'intervenir sur le lit du ruisseau.

Ces ouvrages, généralement utilisés dans le cadre de travaux forestiers, supportent des poids d'environ 5T/essieux.



De gauche à droite, les passages les mieux adaptés pour la traversée des engins au niveau de la rigole de Corbeville (CC Gorges des Hautes Dordogne)

Conservation de la végétation rivulaire lors du franchissement de la rigole de Corbeville

L'objectif est de limiter la destruction des zones humides et de la faune associée (larves d'insectes et de têtards d'amphibiens liés à la destruction de la végétation rivulaire) et faciliter ainsi la reprise de la végétation après travaux. Cette mesure concerne les abords de la rigole de Corbeville.

Le maintien de la végétation des berges permet indirectement de réduire l'impact sur la destruction de zones humides et de la faune associée. En effet, les larves de Cordulégastre annelé présentent des cycles de développement de 2 à 3 ans et trouvent des abris favorables les ruisseaux à fond sableux résistant bien aux crues et au courant. Conserver au maximum la végétation rivulaire en bordure de cours d'eau permet de réduire le risque de mortalité des larves qui sont « délogées » par la mise en place d'un mini-pont et de conserver la végétation riveraine, véritable « refuge ».

Au-delà de la conservation maximale de la végétation rivulaire de la zone humide, tout dépôt de terre sur la végétation riveraine du cours d'eau de la zone de servitude existante sera proscrit.

Les tronçons de berge non impactés seront balisés durant les travaux de mise en souille pour éviter les dépôts de terre.

Remise en état du site

Une remise en état des sols sera effectuée après la fin du chantier afin de limiter dans le temps l'effet d'emprise.

MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

Dispositif de veille écologique

Au regard des objectifs écologiques des aménagements et de leur pérennité, la mise en place d'un dispositif de suivi et de veille écologique est nécessaire. Le financement d'un tel dispositif est identifié comme une mesure d'accompagnement.

Cette mesure consiste à accompagner et contrôler la réhabilitation des milieux dans le temps. L'évolution est mesurée par rapport à un état initial (avant travaux), après travaux, puis à des pas de temps à définir en fonction des dynamiques naturelles des différents milieux.

Ce dispositif sera établi sous la forme d'un protocole de suivi détaillant les indicateurs biologiques choisis et les modalités d'analyse qui permettront d'attester de l'évolution du site.

La mise en œuvre d'un tel suivi nécessite de faire appel à des personnes compétentes (associations naturalistes, bureaux d'études spécialisés). Ce suivi s'inscrit dans une démarche longue (25 à 30 ans), d'acquisition d'information et de retour d'expérience.

Faciliter la reconquête des milieux

Afin de faciliter la reconquête des milieux restaurés ou créés, des protections amovibles permettant de limiter temporairement les agressions extérieures (piétinements, arrachages, destruction, etc.) seront mises en place.

Sensibilisation et communication

Une des solutions privilégiées pour permettre une bonne reconquête des milieux reconstitués consiste à informer et sensibiliser efficacement les promeneurs et habitants sur les enjeux d'un tel projet. L'information sur la nécessité de respecter les aménagements qui ont été mis en œuvre sur le site est primordiale. La pose de panneaux explicatifs est la solution proposée.

Choix de la palette végétale

Les plantations de végétaux indigènes, adaptées au milieu et l'emploi de supports pré-végétalisés permettront de restaurer ou de créer des habitats fonctionnels et susceptibles de s'enrichir rapidement.

ETUDE A VENIR

Le projet est soumis à la loi sur l'eau et devra se conformer à la doctrine de gestion des eaux sur le plateau de Saclay. Un **dossier loi sur l'eau** sera donc réalisé dans les étapes plus avancées du projet.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation voire destruction (impact direct, permanent et à court terme) sur les zones humides; est donc considéré comme modéré sur l'ensemble de la ligne 18.

Des mesures de compensation seront nécessaires.

La production du dossier « Loi sur l'Eau » sera nécessaire au vu des enjeux zones humides. Ce dossier permettra notamment de définir les mesures de compensation, leur mise en œuvre et leur gestion et suivi dans le temps.

• Modification de l'alimentation des zones humides

Les rejets d'eaux pluviales peuvent modifier l'actuelle alimentation en eau des zones humides.

MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

Gestion des eaux pluviales au regard des zones humides

Les eaux collectées seront récupérées en phase chantier. La conception du système de gestion des eaux pluviales aura pour nécessité de conserver le même niveau d'alimentation de la nappe par les eaux de ruissellement que la situation actuelle, notamment grâce aux principes de stockage à la parcelle. Ces principes permettront de maintenir l'alimentation de l'ensemble des zones humides et d'éviter leur assèchement. Cet objectif sera atteint par la mise en place de dispositifs « diffus » de gestion des eaux pluviales (fossés, dépressions, autoépuration « naturelle »).

Les rejets seront soumis à la loi sur l'eau et devront se conformer à la doctrine de gestion des eaux sur le plateau de Saclay décrite dans les paragraphes précédents.

Ces ouvrages permettront d'infiltrer les eaux pluviales de la manière la plus homogène possible, dans la limite de capacité d'infiltration des sols. L'infiltration des eaux pluviales sera également favorisée sur tous les espaces non constructibles autour des éléments projets de la ligne 18.

Ces ouvrages de collecte et de régulation seront déjà présents pour tout ou partie lors de la phase travaux. Les eaux de chantier seront vraisemblablement plus fortement chargées en MES que celles en phase exploitation du au remaniement des terrains. Par ailleurs les eaux de la phase exploitation pourront contenir par exemple des éléments métalliques de type fer en liaison avec le freinage mécanique des trains aux abords immédiats des gares, éléments non présents en première approche durant la phase chantier. Quoiqu'il en soit, le traitement des eaux de ruissellement par décantation permettra d'abattre, en respectant les doctrines locales et règles de l'art de dimensionnement, une part importante des polluants organiques et des métaux liés aux MES.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Du fait de la prise en compte de la gestion des eaux en phase chantier dès la conception du projet, **les impacts sur l'alimentation en eau des zones humides sont considérés comme faibles car maîtrisés.**

MESURES DE SUIVI

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales ne fonctionnent de façon pérenne que s'ils sont entretenus. Les modalités de gestion sont détaillées dans la partie relative aux eaux superficielles.

• Le risque de pollution accidentelle lors de la phase de chantier

A proximité de chaque zone humide, un risque de pollution accidentelle liée au chantier existe et reste potentielle tout au long de la phase chantier.

Les mesures préconisées sont également reprises et détaillées dans la partie eaux-superficielles.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION**Précautions et limitation des pollutions**

Concernant les pollutions accidentelles, les contaminants et sources de pollution au sein des bases chantier seront éloignés au maximum des zones humides afin de limiter le risque de contamination directe par ruissellement des eaux superficielles. Le traitement des eaux de ruissellements, chargée en boue (terrassement, passage engins), en hydrocarbures devra également être réalisé afin de ne pas rejeter directement dans le milieu naturel. Les bases chantiers seront étanchéifiées couplé à un système de récupération des eaux qui débouchera sur un bassin de décantation. Ces eaux, une fois stockées et traitées, seront rejetées dans les réseaux collectifs/ acheminées par camions citernes en centre de traitement.

L'entreprise aura à charge la surveillance des conditions de stockage et de manipulation des produits toxiques et potentiellement dangereux. Il est par conséquent important de respecter quelques précautions élémentaires lors de la mise en place et de l'occupation du chantier, afin de prévenir le maximum de ces risques :

- Les bassins de dépollution, s'ils sont nécessaires, seront installés au niveau des aires de lavage, d'entretien et de stationnement des véhicules, qui devront se situer sur les aires de chantier étanches,
- Le ravitaillement des engins sera effectué sur les aires d'entretien, à l'aide de volucompteurs équipés de becs verseurs à arrêt automatique et éloignés des zones humides,
- Les opérations d'entretien des engins, réalisées dans tous les cas sur des aires étanches aménagées et munies d'installation de traitement des eaux résiduaires (aires étanches + déshuileur), ne seront pas effectuées à proximité des zones humides,
- Les produits dangereux et toxiques devront être éloignés des zones humides en cas de non utilisation, à l'abri du vent pour éviter l'envol et protégés de l'eau afin de limiter la solubilité ou le ruissellement sur les zones humides à proximité,
- En cas de pollution accidentelle, un dispositif de limitation de la pollution sera mis en place rapidement (matériaux d'absorption, barrage flottant, paillage, kit de dépollution, etc.),
- Les installations fixes seront équipées d'un dispositif de fosse étanche efficace récupérant les eaux usées.

Les zones de stockage seront signalées vis-à-vis de la circulation avec une signalétique appropriée.

D'autre part, les grilles et avaloirs pour réception des eaux de ruissellement des voies et parkings, ou d'assèchement des fouilles, devront être conçus avec une décantation suffisante et un système de siphonage pour éviter les déchets légers ne soient entraînés dans les réseaux publics.

Enfin, la qualité des eaux usées rejetées du chantier devra respecter les contraintes liées aux valeurs limites de qualité des eaux rejetées. Des essais mensuels, sur un échantillon moyen de 24 h proportionnel au débit écoulé, permettront d'analyser la qualité des rejets. En outre, une convention de rejet des eaux usées pourra être signée entre l'entreprise, la Société du Grand Paris et le gestionnaire de réseau.

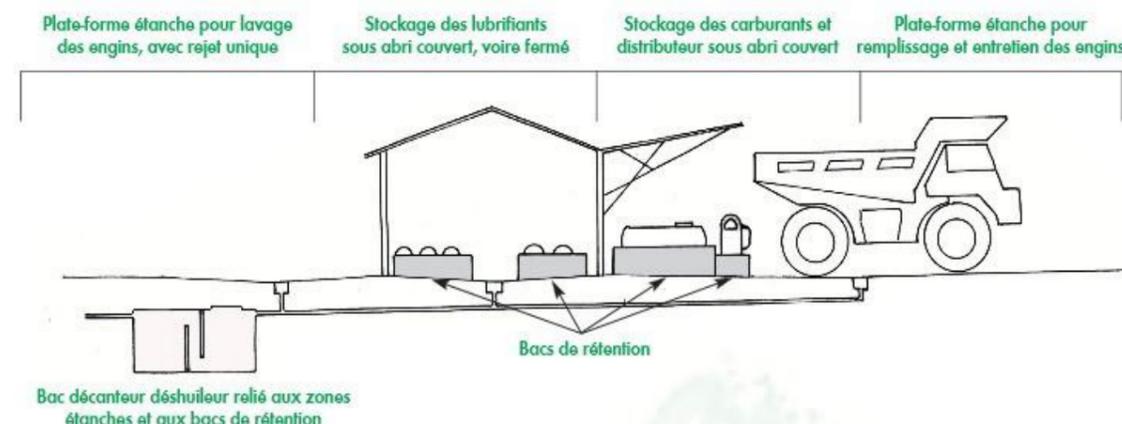


Schéma représentant les techniques d'entretien des engins et de stockage de produits polluants

Gestion des déchets

Les chantiers sont à l'origine de déchets qui peuvent accidentellement être déversés au niveau de zones humides.

La gestion des déchets devra être assurée rapidement et dans des conditions de stockage, de collecte et de traitement optimales en faisant appel si nécessaire à des entreprises agréées.

Les déchets seront récupérés, collectés puis traités dans les conditions adéquates. Un tri systématique des déchets sera effectué.

Quant aux déchets industriels spéciaux solides et liquides (bois traités, huiles, solvants, etc.), le tri sera effectué conformément à la réglementation en vigueur.

Au cas où, pour des raisons de manque de place, un tri sélectif ne peut pas être mis en place sur l'emprise chantier, l'entreprise devra avoir l'accord de la maîtrise d'œuvre et de la Société du Grand Paris pour qu'un tri équivalent soit effectué dans un centre de tri extérieur à la zone. L'entreprise fournira les justificatifs de ce tri.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Suite à la mise en place de dispositifs de précautions et de limitation des pollutions, l'impact sur les zones humides et la faune inféodée à ces milieux est jugé comme faible.

MESURES DE SUIVI

Les ouvrages d'assainissement provisoire feront l'objet d'un entretien régulier pendant toute la phase travaux et d'un contrôle complet à la fin des travaux. Les décantants générés durant les travaux seront évacués vers une filière conforme à la réglementation en vigueur.

Les conditions de stockage des produits polluants et les bacs de rétention feront l'objet d'une vérification périodique (absence de stockage hors rétention, repérage d'une fuite, évacuation des liquides polluants ou des eaux pluviales contenus dans les rétentions).

La présence / disponibilité des moyens de protection (absorbants ...) feront l'objet d'une vérification périodique.

- **Le risque de la mortalité de la faune inféodée aux zones humides**

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION
Adapter le calendrier des travaux

L'impact sur les zones humides est différent entre les différents ouvrages. Toutefois, afin de limiter la mortalité de la faune inféodée aux zones humides, les périodes les plus favorables à la reproduction des espèces seront écartées. **Le calendrier des travaux sera adapté** de telle sorte que les opérations de défrichage et/ou de terrassement commencent en dehors de la période de **nidification des oiseaux (mars-juin) et la reproduction des amphibiens (février-mars)** notamment **et respecteront les mesures prises dans le cadre du volet faune/flore.**

Balises des habitats humides et la faune associée présents à proximité

La destruction d'habitats humides présents à proximité des ouvrages représente un impact potentiellement important. Dans l'objectif de limiter l'impact indirect sur les habitats de vie de la faune présents à proximité des emprises chantier et de l'ouvrage, les interventions seront limitées à l'emprise stricte du chantier. Un balisage des zones favorables à proximité et non impactées sera effectué. La mise en défens consistera à baliser le chantier et exclure toute nouvelle emprise à proximité. La mise en défens de ces secteurs s'accompagnera de la mise en place de panneaux de signalisation et d'une information de l'ensemble des personnels de chantier par un écologue en charge de l'accompagnement des travaux. La mise en défens des secteurs terrestres et le balisage avec des bouées visibles des ouvriers (pour les milieux aquatiques) seront réalisés durant la phase préparatoire de chantier, avant le passage des engins et les travaux.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact de l'installation des bases chantiers et des travaux sur la faune inféodées aux zones humides est variable selon les espèces. L'analyse des impacts et des mesures nécessaires pour la faune est détaillée dans la partie faune-flore-milieux naturels.

Concernant la faune inféodée aux milieux humides, Seul le groupe des amphibiens est impacté de manière significative.

- **Le risque de dérangement de la faune inféodée aux zones humides,**

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION
Limiter le dérangement de la faune (bruit, poussières)

Au regard du contexte local fortement marqué par les activités humaines, les dérangements pour les espèces d'oiseaux sont déjà en partie existants. Les travaux accentueront la fréquentation au niveau des emprises chantier (utilisation et circulation d'engins de chantier sur l'aire d'étude) et par conséquent le dérangement de l'avifaune en période de reproduction. Toutefois les espèces concernées sont communes et adaptées à un contexte urbain.

Concernant l'émission de poussière, en cas de temps sec susceptibles d'entraîner une augmentation de l'émission de poussière sur les pistes et aux abords, les véhicules du chantier adopteront une vitesse réduite afin de limiter les impacts. L'humidification des dessertes sera également envisagée.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact par dérangement en phase chantier est considéré comme faible pour la faune de zones humides.

- **Dégradation des zones humides par prolifération d'essences exotiques envahissantes**

L'impact du projet sur les espèces exotiques envahissantes est traité spécifiquement dans la partie faune-flore-milieu naturel. Les mesures présentées ici ne sont qu'un simple rappel des mesures engagées dans le cadre de la limitation des impacts sur la faune, la flore et les milieux naturels.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

17 espèces végétales d'origine exotique ont été recensées sur le fuseau d'étude notamment au niveau des zones de friche urbaine et de zones dégradées (travaux). Parmi ces espèces, de nombreuses présentent une dynamique végétative moyenne à forte et sont à l'origine d'un impact important sur les populations et les communautés végétales envahies.

Les emprises chantiers du viaduc sont également particulièrement sensibles à la propagation d'espèces exotiques envahissantes présentes à proximité, comme la Vergerette du Canada. En effet, la mise à nue de sol particulièrement riche (bords de route ou zone agricole riche en azote) est favorable à la dispersion de ces espèces reconnues pour être particulièrement pionnières sur les milieux dégradés.

Le défrichage et le décapage des premières couches du sol au sein des emprises chantier présentent ainsi des risques de dissémination des espèces végétales invasives précitées mais également une dégradation des habitats naturels à proximité.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION
Limiter la dissémination d'espèces de flore et de faune envahissantes

La présence de nombreuses espèces invasives au sein des emprises chantiers ou à proximité témoigne d'une dégradation de certains habitats où les espèces à forte dynamique de dispersion sont alors favorisées. Afin d'éviter au maximum l'introduction et la dispersion des espèces invasives identifiées, des mesures appropriées seront mises en œuvre.

Pour cela, et **avant le démarrage des travaux**, un repérage spécifique des espèces invasives sera réalisé. En effet, la dynamique de ces espèces nécessite une mise à jour de la connaissance de leur localisation. Lors de cette visite de terrain, les espèces invasives seront cartographiées et marquées *in situ*. Les stations les plus localisées seront éradiquées ou à défaut, gérées. Celles susceptibles d'être favorisées par le chantier et dont la destruction ne pourrait être conduite en intégralité seront isolées.

En phase travaux, les produits de défrichage et de décapage seront exportés vers une filière adaptée afin de subir un traitement permettant la destruction de l'ensemble des propagules (incinération la plupart du temps). Par ailleurs, les produits de défrichage et de décapage seront exportés par un transport en bennes étanches bâchées. Les surfaces mises à nu seront à revégétaliser rapidement à l'aide de semences d'espèces 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. Enfin, des mesures prophylactiques spécifiques (nettoyage du matériel et des engins, en particulier les godets, roues, chenilles, etc.) seront mises en œuvre afin d'éviter la propagation des espèces invasives.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par dégradation des habitats naturels et semi-naturels dû à la propagation d'espèces végétales invasives (impact indirect, permanent et à moyen terme) est considéré comme faible. Aucune mesure de compensation ne sera donc mise en œuvre.

2.3.4. Impacts et mesures du projet sur la faune, la flore et les milieux naturels en phase d'exploitation

- **Risque de destruction/ dégradation de zones humides et de la faune associée**

En phase exploitation, le projet ne sera pas de nature à impacter les zones humides.

- **Dérangement (bruit, fréquentation humaine)**

Au regard du contexte local fortement marqué par les activités humaines et de la localisation des habitats d'espèce au sein d'un parc urbain, les dérangements pour les amphibiens sont déjà existants. Par ailleurs, si la gare engendre une augmentation de la fréquentation humaine, celle-ci sera davantage concentrée au nord du parc.

L'impact par dérangement en phase exploitation est considéré comme faible.

- **Impact indirect**

En phase exploitation, le projet ne sera pas de nature à impacter les zones humides et la faune inféodée de manière indirecte.

Les impacts indirects sont considérés comme nuls.

- **Modification de l'alimentation des zones humides**

Les rejets d'eaux pluviales peuvent modifier l'actuelle alimentation en eau des zones humides.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Gestion des eaux pluviales au regard des zones humides

Il est envisagé à ce stade d'avancement des réflexions une collecte des eaux de ruissellement directement sur le tablier du viaduc (linéaire de 13 km pour une largeur de 10 m environ soit une surface nouvellement imperméabilisée de 10m²/ml).

Ces eaux collectées seront ensuite récupérées au droit de chacune des piles via des systèmes de chutes. A ce stade des études de conception le système d'assainissement n'est pas encore précisément défini, à savoir une régulation en pied de chute au droit de chacune des piles avant rejet au milieu ou réseau existant, ou réalisation de zones de régulation mutualisées interceptant les ruissellements en provenance de plusieurs piles.

Quoiqu'il en soit, les rejets seront soumis à la loi sur l'eau et devront se conformer à la doctrine de gestion des eaux sur le plateau de Saclay décrite dans les paragraphes précédents.

La conception du système de gestion des eaux pluviales aura pour nécessité de conserver le même niveau d'alimentation de la nappe par les eaux de ruissellement que la situation actuelle, notamment grâce aux principes de stockage à la parcelle. Ces principes permettront de maintenir l'alimentation de l'ensemble des zones humides et d'éviter leur assèchement. Cet objectif sera atteint par la mise en place de dispositifs « diffus » de gestion des eaux pluviales (fossés, dépressions, autoépuration « naturelle »).

Ces ouvrages permettront d'infiltrer les eaux pluviales de la manière la plus homogène possible, dans la limite de capacité d'infiltration des sols. L'infiltration des eaux pluviales sera également favorisée sur tous les espaces non constructibles autour des éléments projets de la ligne 18.

Ces ouvrages de collecte et de régulation seront déjà présents pour tout ou partie lors de la phase travaux. Les eaux de chantier seront vraisemblablement plus fortement chargées en MES que celles en phase exploitation du au remaniement des terrains. Par ailleurs les eaux de la phase exploitation pourront contenir par exemple des éléments métalliques de type fer en liaison avec le freinage mécanique des trains aux abords immédiats des gares, éléments non présents en première approche durant la phase chantier. Quoiqu'il en soit, le traitement des eaux de ruissellement par décantation permettra d'abattre, en respectant les doctrines locales et règles de l'art de dimensionnement, une part importante des polluants organiques et des métaux liés aux MES.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Du fait de la prise en compte de la gestion des eaux en phase d'exploitation dès la conception du projet, **les impacts sur l'alimentation en eau des zones humides sont considérés comme faibles car maîtrisés.**

MESURES DE SUIVI

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales ne fonctionnent de façon pérenne que s'ils sont entretenus. Les modalités de gestion sont détaillées dans la partie relative aux eaux superficielles.

2.3.5. Stratégie de compensation des impacts résiduels notables sur la faune, la flore et les milieux naturels

2.3.5.1 Rappel des impacts résiduels notables après mise en place de la démarche d'évitement et de réduction

En phase chantier, les emprises du projet impactent directement des zones humides sur les secteurs du

En phase exploitation, le projet ne sera pas de nature à impacter les zones humides et la faune inféodée de manière directe ou indirecte. Les emprises chantiers seront retirées suite aux travaux et les milieux à proximité seront remis en état. La qualité des eaux sera préservée par le raccordement des ouvrages aux réseaux de traitements existants ou à l'intégration de système de gestion simple des eaux de pluie. Les dérangements sonores et liés à la fréquentation humaine sont déjà existants et le projet ne sera pas à l'origine d'une augmentation significative de ces perturbations.

A l'issue de la séquence Éviter-Réduire, il ressort de l'analyse que 0,63 ha de zones humides sont potentiellement impactées par le projet :

- **1 031m² de zones humides sur la ZAC (mare) si celle-ci ne peut être évité ;**
- **176m² de zones humides au niveau de la rigole de Corbeville ;**
- **280 m² de zones humides du CEA ;**
- **2 100m² de zones humides au niveau du bassin du rond-point de Châteaufort.**

Ce constat, qui sera affinée dans le cadre des études ultérieures, nécessite la mise en œuvre de mesures de compensation.

2.3.5.2 Stratégie de compensation

- **Principes employés pour la compensation**

Les mesures de compensation proposées ont été définies sur la base de plusieurs critères, en lien avec les objectifs du SDAGE Seine-Normandie, dont :

- La distinction sur la localisation : mesures in-situ, mesures ex-situ mais au sein du fuseau, mesures ex-situ ;
- la temporalité : durant les travaux, suite à la phase chantier ;
- le maître d'ouvrage : mise en place de mesures de compensations avec un partenaire identifié ;
- le type de compensation : gain de fonctionnalité sur un habitat existant, recréation de milieu ;
- Les surfaces : identiques à minima aux surfaces impactées.

- **Synthèse des besoins de compensation**

Dans le respect du SDAGE, sur la base des impacts résiduels et des objectifs de préservation des zones humides et de la faune associée sur le projet de la ligne 18, les surfaces de compensation devront être comprises entre :

- **3587 m² (compensation à 100%, si à proximité et à fonctions égales) ;**
- **5380,5 m² (compensation à 150%, si plus éloignée et/ou avec des fonctions dégradées).**

Synthèse des besoins de compensation identifiés à l'échelle de l'ensemble du projet

Ouvrages concernés	Surface impactée	Surface compensée à 100%	Surface compensée à 150% (objectif maximal)
Zones humides de Polytechnique et mares et mouillères de QOX Nord	Environ 1031m ² si pas d'évitement possible en phase avancée du projet	1031 m²	1546,5
Dépression humide et rigole de Corbeville	Environ 176m ²	176 m²	264
Zones humides du CEA	environ 280m ²	280 m²	420
Bassin du rond-point de Châteaufort	environ 2100m ²	2100 m²	3150
Total	3587 m ²	3587 m²	5380,5 m²

2.3.6. Synthèse des impacts et mesures concernant les zones humides

Sites concernés	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Besoin de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Zones humides de Polytechnique et mares et mouillères de QOX Nord Dépression humide et rigole de Corbeville	Risque de destruction de zones humides et de la faune associée à proximité	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Evitement de la mare XX au niveau de la ZAC QOX - Limitation des emprises chantier par balisage des habitats humides - Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville - Conservation de la végétation rivulaire lors du franchissement de la rigole de Corbeville - Remise en état du site <p><u>Mesures d'accompagnement</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dispositif de veille écologique - Faciliter la reconquête des milieux - Sensibilisation et communication - Choix de la palette végétale <p><u>Etude à venir</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dossier loi sur l'eau <p><u>Phase exploitation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sans objet 	Modéré	<ul style="list-style-type: none"> - 1031m² de zone humide sur la ZAC (mare) si celle-ci ne peut être évité, - 176m² de zone humide au niveau de la rigole de Corbeville, - 280 m² de zone humide du CEA, - 2100m² de zone humide au niveau du bassin du rond-point de Châteaufort <p>Besoin de compensation sur près de 3587 m² (ratio de 100%) à 5380,5 m² (ratio de 150%)</p>	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesures prises relatives à la gestion des eaux superficielles <p><u>Phase exploitation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sans objet 	Intégré à la conception de projet Coûts des mesures de compensation à définir dans le dossier loi sur l'eau
Zones humides du CEA	Modification de l'alimentation des zones humides	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gestion des eaux pluviales au regard des zones humides <p><u>Phase exploitation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sans objet 	Faible	Sans objet	Sans objet	Intégré à la conception de projet
Bassin du rond-point de Châteaufort	Risque de pollution accidentelle lors de la phase de chantier	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Précautions et limitation des pollutions - Gestion des déchets <p><u>Phase exploitation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sans objet 	Faible	Sans objet	Sans objet	Intégré à la conception de projet
	Risque de la mortalité de la faune inféodée aux zones humide	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Adapter le calendrier des travaux - Balisage des habitats humides et la faune associée présents à proximité de zones humides, - Limiter le dérangement de la faune (bruit, poussières) <p><u>Phase exploitation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sans objet 	Faible	Sans objet Cf. volet faune/flore pour les mesures relatives à la faune inféodées aux milieux humides	Sans objet	Intégré à la conception de projet
	Dégradation des zones humides par prolifération d'essences exotiques envahissantes	<p><u>Phase études et chantier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Limiter la dissémination d'espèces de flore et de faune envahissantes <p><u>Phase exploitation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sans objet 	Faible	Sans objet	Sans objet	Intégré à la conception de projet

Légende : Impact résiduel nul/négligeable | Impact résiduel faible | impact résiduel modéré | Impact résiduel fort | Impact résiduel positif

2.4. Fonctionnalité et continuités écologiques

2.4.1. Rappel des enjeux relatifs aux continuités écologiques

Au regard des différentes études de continuités écologiques à l'échelle régionale, départementale et locale, le fuseau d'étude est traversé par les principales continuités écologiques suivantes :

- d'est en ouest au niveau de l'Aéroport d'Orly ;
- nord-sud entre les milieux ouverts de l'Aéroport d'Orly et la plaine de Montjean ;
- nord-sud entre les milieux boisés et humides au niveau de la ZAC QOX ;
- est-ouest et nord-sud sur le plateau de Saclay pour les milieux ouverts et humides ;
- est-ouest pour les milieux humides et boisés au niveau de Versailles.

Secteurs concernés	Niveau d'enjeu
Section Orly - Palaiseau	Continuités écologiques avérées par le SRCE et fonctionnalités écologiques existantes pour les espèces inféodées aux milieux ouverts au niveau du plateau de Morangis et de la plaine de Montjean
Section Palaiseau -Magny- les-Hameaux	Continuités écologiques avérées par le SRCE et fonctionnalités écologiques existantes pour les espèces inféodées aux milieux humides, ouverts et boisés au niveau des boisements de Palaiseau, de la forêt domaniale de Port Royal (Vallée de la Mérantaise)
Section Magny- les- Hameaux - Versailles	Continuités écologiques avérées par le SRCE et fonctionnalités écologiques existantes pour les espèces inféodées aux milieux humides et boisés au niveau de la forêt de Versailles (Vallée de la Bièvre)

2.4.2. Impacts et mesures en phase chantier

• Perte de continuités écologiques

Le tracé de la ligne 18 étant prévu en partie en souterrain entre Aéroport d'Orly et Palaiseau puis de Magny-les-Hameaux à Versailles Chantiers.

Sur les sections souterraines, les impacts sur les continuités se limitent à l'émergence d'ouvrage (quelques mètres carrés) et de gares situées de manière générale en contexte urbain.

Sur la section aérienne, le projet traverse une continuité écologique de la sous-trame boisée au niveau de la ZAC QOX, de la sous trame herbacée au niveau de Châteaufort et Magny-les-Hameaux et la sous-trame bleue (traversée de rigole et de zones humides).

La trame des milieux ouverts et agricole est la plus impactée à l'échelle de la ligne 18 puisque les emprises chantier concernent environ 28 ha de milieux agricoles et 10,5 ha de milieux ouverts de

type friches et fourrés principalement). Cette consommation d'espaces reste toutefois ponctuelle sur les sections souterraines uniquement concernés par des émergences ponctuelles, notamment au droit des corridors écologiques d'importance régionale identifiés par le SRCE.

En ce qui concerne la trame des milieux boisés, celle-ci sera impactée à hauteur de 5 ha à l'échelle de l'ensemble de la ligne, les principaux impacts étant localisés au niveau de la Croix de Villebois (3,5ha). Ce secteur est par ailleurs identifié comme une continuité écologique de la sous-trame boisée à fonctionnalité réduite.

Enfin, la trame des milieux humides et aquatiques reste peu impactée par le projet (environ 0,3ha). Les secteurs impactés concernent à la marge des continuités écologiques identifiées comme fonctionnelle au niveau de la rigole de Corbeville et la rigole des Granges notamment.

A une échelle plus locale, le fuseau d'étude est concerné par des secteurs d'intérêts écologiques à l'échelle de Paris et de la Petite Couronne :

- Au niveau de la plaine de Montjean,
- Au niveau de l'Aéroport d'Orly.

Si l'interaction entre le projet et les continuités écologiques à l'échelle régionale et locale reste réduite, une analyse approfondie des impacts cumulés à l'échelle du territoire est nécessaire.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

L'ensemble des mesures prises dans la partie faune, flore, milieu naturel est favorable pour les continuités écologiques. Les mesures majeures qui sont favorables aux continuités écologiques sont les suivantes :

Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville

Afin de limiter les impacts du chantier sur la rigole de Corbeville et ses zones humides et la faune qui lui est inféodée, deux ouvrages de franchissement seront installés au niveau des passages sur la rigole.



De gauche à droite, les passages les mieux adaptés pour la traversée des engins au niveau de la rigole de Corbeville (CC Gorges des Hautes Dordogne)

Création d'une haie fruitière dense faisant le lien entre la Croix de Villebois et la forêt domaniale de Palaiseau

Dans le cadre du projet de la ligne 18, une lisière dense arbustive et arborée composée d'essences fruitières (particulièrement appréciées du Bouvreuil pivoine) sera aménagée entre le boisement de la Croix de Villebois et la forêt de Palaiseau au niveau de l'emprise du SMR de Palaiseau.

Cette mesure a également pour objectif de maintenir et de restaurer un maillage cohérent de haies et de lisières forestières de façon à offrir aux chauves-souris des routes de vol tout aussi diversifiées et variées. Ceci passe par la plantation de haies et la reconstitution des lisières forestières entre le bois de la Croix de Villebois et la forêt de Palaiseau. Les haies seront organisées de manière à guider les chauves-souris vers les couloirs boisés utilisés comme corridor de déplacement.

Renforcer/Créer des haies et alignements d'arbres pour rétablir des axes de vol depuis la forêt de Palaiseau vers la vallée de la Bièvre en passant par le réseau de rigoles et de haies

Les plantations, boisements, et linéaires de haies existants au niveau du secteur Camille Claudel devront être conservés dans la mesure du possible et seront renforcés par de nouvelles plantations.

Ce renforcement des continuités boisées au nord de la forêt de Palaiseau permettra de recréer/renforcer des corridors peu fonctionnels de manière à limiter l'impact du viaduc sur la continuité existante entre la forêt de Palaiseau et la vallée de la Bièvre via la Croix de Villebois.

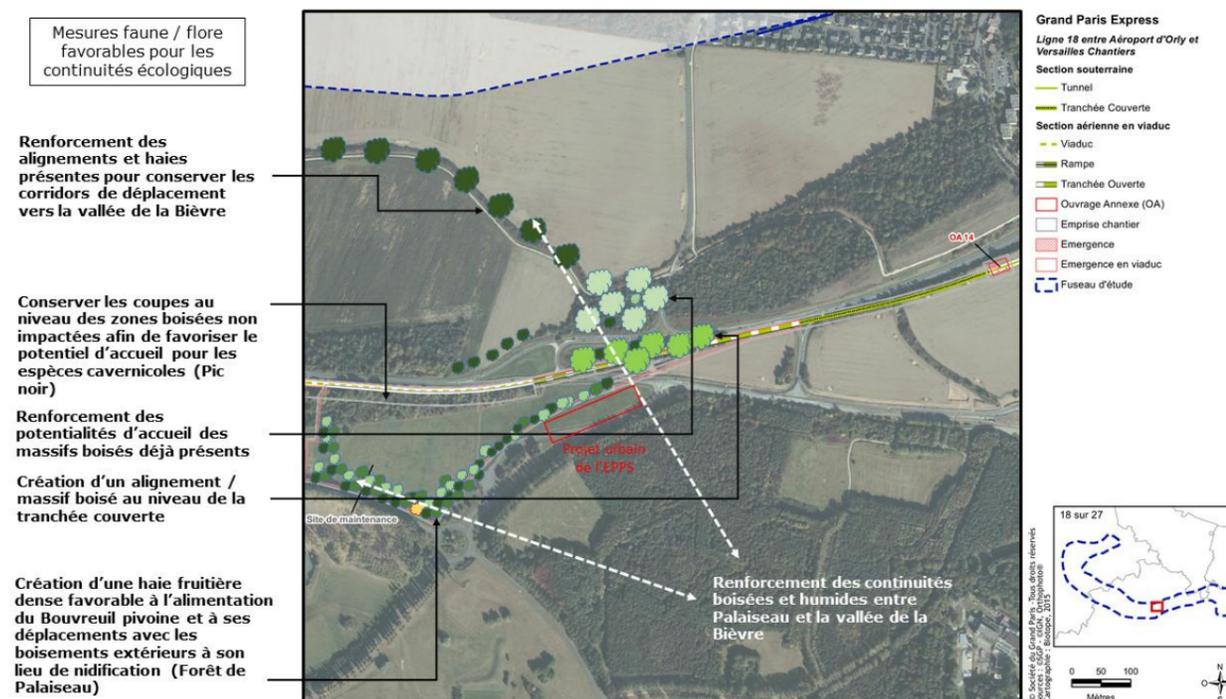
De nouvelles haies seront plantées au niveau de la tranchée couverte (souterrain) et constitueront un « tremplin » dans la progression des chauves-souris vers la vallée de la Bièvre en limitant ainsi le risque de collisions avec des véhicules existant au niveau du corridor principal qui passe par la Croix de Villebois.

Certains linéaires de haies, déjà existants, devront être renforcés et densifiés par des plantations. Enfin, au niveau de la montée du viaduc, des linéaires de haies supplémentaires suffisamment denses devront être créés pour rechercher un effet « barrière » et/ou « tremplin » en cas de franchissement.

Assurer une gestion favorable des boisements aux chiroptères

Ces dispositifs de renforcement de continuités nécessitent d'être complétés par une gestion favorable de ces éléments ainsi que des boisements existants pour assurer à long terme une quantité d'arbres morts sur pied ou dépérissants. Dans ce cadre-là, le plan de gestion envisagé par l'EPPS pourra être mis en perspective à une échelle plus petite. Il est donc proposé d'établir un plan de gestion des boisements à l'échelle du plateau de Saclay afin d'assurer une pérennité des boisements, support de vie et de déplacement pour la faune et notamment les chauves-souris.

Bilan des mesures faune/flore favorables pour maintenir et renforcer les continuités écologiques (source : BIOTOPE)



Remise en état des sites

Les zones localisées en zones naturelles seront réaménagées à l'issue de la phase travaux sur la base des caractéristiques écologiques des milieux et des espèces impactés.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par perte de continuités écologiques en phase chantier (impact direct, temporaire et à court terme) sera temporaire en phase chantier et la remise en état des sites limitent l'impact sur les continuités écologiques. L'impact est considéré comme faible à modéré au regard des mesures prises pour renforcer les continuités pour la faune.

2.4.3. Impacts et mesures en phase exploitation

• Perte de continuités écologiques

Le tracé de la ligne 18 est en partie en souterrain. Sur ces sections, les émergences ponctuelles ne remettront pas en cause les continuités écologiques identifiées à l'échelle régionale ou locale.

En phase d'exploitation, la trame des milieux ouverts est la plus impactée avec environ 5ha de milieux consommés. Les milieux agricoles sont impactés sur environ 0.4 ha.

En ce qui concerne la trame des milieux boisés, environ 2 ha donc impactés de manière définitive puisque des réaménagements sont prévus au niveau de la Croix de Villebois.

Etude d'impact / Pièce G.2 : Analyse des impacts et présentation des mesures

Au regard des mesures prises en phase chantier et lors de la remise en état des sites après travaux, le projet de la ligne 18 n'est pas de nature à impacter significativement les continuités écologiques. Il est important de noter que le projet de métro de la ligne 18 s'inscrit sur des zones urbaines ou à urbaniser sur le plateau (ZAC QOX, ZAC Moulon).

De même qu'en phase chantier, si l'interaction entre le projet et les continuités écologiques à l'échelle régionale et locale reste réduite, une analyse approfondie des impacts cumulés à l'échelle du territoire est nécessaire.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION**Remise en état des sites**

Les zones localisées en zones naturelles seront réaménagées à l'issue de la phase travaux sur la base des caractéristiques écologiques des milieux et des espèces impactés.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact résiduel par perte de continuités écologiques en phase d'exploitation (impact direct, temporaire et à court terme) est considéré comme faible au regard de la nature du projet en partie en souterrain et en viaduc pour la partie aérienne.

2.4.4. Mesures de suivi relatives aux continuités écologiques

Aucune mesure de suivi ne nécessite d'être mise en œuvre.

2.4.5. Synthèse des impacts et mesures concernant les continuités écologiques

Le projet de la ligne 18 n'est pas de nature à remettre en cause la fonctionnalité des corridors écologiques au regard des mesures mises en œuvre pour favoriser le déplacement de la faune.

Sites concernés	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Section Aéroport d'Orly – Palaiseau	Perte de continuités écologiques	<u>Phase études et chantier</u> - Restauration des emprises chantier non concernées par des emprises définitives du projet au nord de la Francilienne et du site de maintenance <u>Phase exploitation</u> - Sans objet	Faible	Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre	<u>Phase études et chantier</u> - Sans objet <u>Phase exploitation</u> - Sans objet	Aucun surcout
Section Palaiseau – Magny-les-Hameaux		<u>Phase études et chantier</u> Mesures spécifiques Faune, flore, milieux naturels - Assurer la transparence de la base chantier à la traversée de la rigole de Corbeville - Création d'une haie fruitière dense faisant le lien entre la Croix de Villebois et la forêt domaniale de Palaiseau - Renforcer/Créer des haies et alignements d'arbres pour rétablir des axes de vol depuis la forêt de Palaiseau vers la vallée de la Bièvre en passant par le réseau de rigoles et de haies - Assurer une gestion favorable des boisements aux chiroptères Mesure générale : - Restauration des emprises chantier non concernées par des emprises définitives du projet au nord de la Francilienne et du site de maintenance <u>Phase exploitation</u> - Sans objet	Faible à modéré	Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre	<u>Phase études et chantier</u> - Sans objet <u>Phase exploitation</u> Sans objet	Aucun surcout
Section Magny-les-Hameaux – Versailles Chantiers		<u>Phase études et chantier</u> - Restauration des emprises chantier non concernées par des emprises définitives du projet au nord de la Francilienne et du site de maintenance <u>Phase exploitation</u> - Sans objet	Faible	Aucune mesure de compensation ne nécessite d'être mise en œuvre	<u>Phase études et chantier</u> - Sans objet <u>Phase exploitation</u> Sans objet	Aucun surcout

Légende : Impact résiduel nul/négligeable | Impact résiduel faible | impact résiduel modéré | Impact résiduel fort | Impact résiduel positif

2.5. Services écosystémiques

Consacrés en 2005 par l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire⁶ (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,

Au vu de ces éléments, la mise en œuvre de cet outil est apparue pertinente dans le cadre du projet du Métro du Grand Paris Express, et donc de la Ligne 18. 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 :

- 1) définition d'une typologie des systèmes naturels et semi-naturels rencontrés sur le périmètre d'étude (fuseau d'étude intégrant les éléments connexes) ;
- 2) identification et, selon les données disponibles, quantification des services rendus par ces milieux ;
- 3) évaluation de l'impact du projet sur les services rendus.

Il est important de souligner que l'analyse des services écosystémiques ne constitue pas actuellement une contrainte réglementaire dans le cadre de la réalisation d'une étude d'impact. De fait, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation spécifique à cette thématique n'est proposée. Toutefois, leur analyse a été portée à connaissance tout au long de la définition du projet et les mesures notamment proposées dans le cadre des volets Faune-Flore, Paysage et Activité agricole qui

⁶ Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.

participent à l'atténuation des impacts sur les services écosystémiques sont rappelées. Dans le cadre de cette étude, 15 services écosystémiques ont été identifiés dans le fuseau d'étude.

Nota : cette liste ne prétend pas être exhaustive car certains services sont parfois difficiles à qualifier ou sont parfois même contestés de manière générale.

Typologie des services écosystémiques identifiés dans le cadre de l'étude

Services écosystémiques		Définition
APPROVISIONNEMENT	Production agricole	Surfaces fertiles qui, par leur mise en production ou leur utilisation comme surface d'élevage pour le bétail, constituent des facteurs de production valorisés par les exploitations agricoles et contribuent à approvisionner en nourriture la société.
	Cueillette terrestre	Activité consistant à prélever une production végétale qui participe à l'approvisionnement des êtres humains en biens à usage principalement alimentaire (e.g, jardins familiaux). Elle peut également être considérée comme un service à caractère social.
	Récolte de bois	Service issu de la production de biomasse ligneuse par les écosystèmes qui permet de fournir la matière nécessaire à de nombreuses activités humaines à travers trois filières de transformation (bois de chauffage, bois d'industrie et bois d'œuvre).
REGULATION	Ecrêtement des crues	Capacité des écosystèmes à compenser, en partie, les précipitations et les variations du niveau des eaux et donc à faciliter l'écrêtement des crues.
	Soutien d'étiage	Régulation de l'effet sécheresse par les écosystèmes, grâce à leurs capacités de stockage de l'eau puis de restitution en période d'étiage.
	Autoépuration des eaux	Service permettant de disposer d'une eau propre et utilisable, ou nécessitant un moindre traitement, notamment pour la consommation d'eau douce, mais aussi pour toutes activités nécessitant des milieux aquatiques sains. Les écotones (à la frontière entre eau et terre comme par exemple les roselières) sont ceux qui participent le plus à la qualité et à la quantité du service rendu.
	Purification de la qualité de l'air	Diminution des concentrations en gaz polluants ainsi qu'en particules en suspension dans l'air grâce à une absorption de ces particules par les végétaux.
	Régulation du climat global	Régulation des flux de carbone dont les gaz à effet de serre (séquestration du carbone par les systèmes végétaux), et lutte contre les changements climatiques globaux.

Services écosystémiques		Définition
	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.
SOCIO-CULTUREL	Paysage	Aménités apportées aux êtres humains en améliorant leur cadre de vie.
	Chasse	Activité de loisir et de détente assurée par la présence de gibier mais également par le cadre naturel dans lequel se déroule cette activité récréative. Cette activité exclut toute commercialisation.
	Pêche de loisir	Activité de capture des animaux aquatiques dans leur milieu naturel. Cette activité exclut toute commercialisation.
	Sports de nature	Aménités apportées aux êtres humains par la réalisation d'activités sportives réalisées en milieux naturels et semi-naturels.
	Tourisme de nature	Forme de tourisme pour laquelle la motivation principale est l'observation et l'appréciation de la nature. Elle inclut les activités de loisirs qui peuvent avoir un caractère sportif. Le chant des oiseaux, du bruit de l'eau et du feuillage, la vue de la verdure ont des effets positifs sur la psychologie de l'être humain.

Chaque milieu, de par son fonctionnement et l'utilisation qui en est faite par la société, est à l'origine d'un certain nombre de services. Le tableau présente le lien établi entre chaque type d'habitats naturels et semi-naturels rencontrés sur le périmètre d'étude et les services qu'ils rendent.

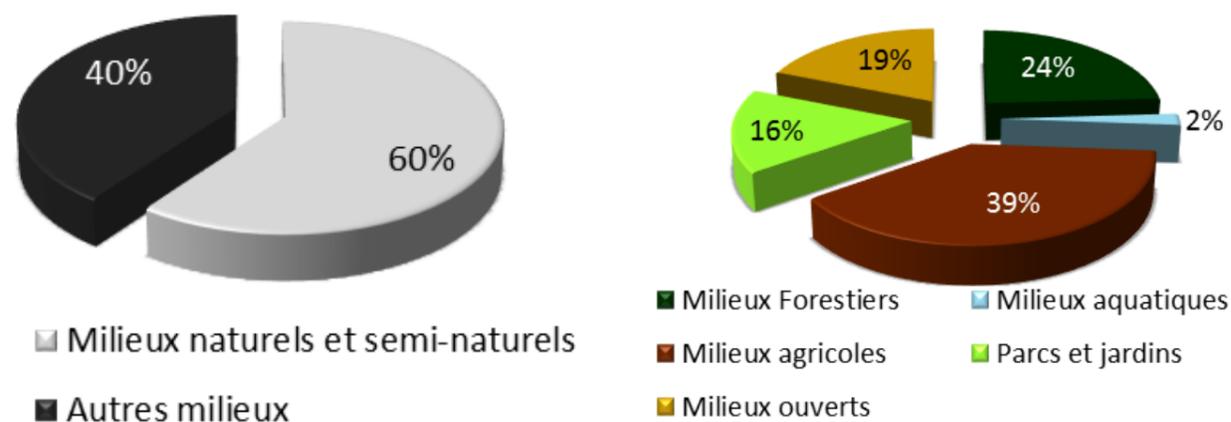
Le lien entre milieux et services, présenté dans le tableau qui suit, permet une automatisation des résultats. Néanmoins, les milieux d'une même sous-catégorie peuvent apporter des services légèrement différents (par exemple, la chasse n'est pas pratiquée dans tous les espaces boisés, ...). Ceci sera détaillé lors de l'étude précise des impacts (voir section suivante).

Liens entre milieux (semi)naturels et services écosystémiques

Services écosystémiques		Milieux	Milieux forestiers		Milieux aquatiques			Milieux agricoles					Parcs et jardins		Milieux ouverts			
			Espaces boisés	Plantations	Zones humides	Eau	Plan d'eau	Cultures	Cultures intensives	Cultures spécialisées	Jardins familiaux	Vergers	Jardins	Parcs urbains	Friches	Prairies	Terrains vacants	Vacant rural
APPROVISIONNEMENT	Production agricole																	
	Cueillette terrestre																	
	Récolte de bois																	
REGULATION	Ecrêtement des crues																	
	Soutien d'étiage																	
	Autoépuration de l'eau																	
	Purification de la qualité de l'air																	
	Régulation du climat global																	
	Régulation du climat local																	
	Contribution à la pollinisation																	
SOCIO-CULTUREL	Paysage																	
	Chasse																	
	Pêche de loisir																	
	Sports de nature																	
	Tourisme et loisirs de nature																	

2.5.1. Analyse des milieux (semi)naturels à l'origine de services écosystémiques

A l'échelle de la Ligne 18, les milieux (semi)naturels représentent une superficie totale de **4 437 ha** soit environ 60 % de la superficie totale du tronçon.



Proportions de milieux (semi)naturels au sein du fuseau d'étude

Parmi les milieux (semi)naturels recensés, les **milieux agricoles** sont les plus représentés (39 % de la superficie des milieux (semi)naturels dans le fuseau). Ces milieux agricoles sont caractérisés par de grandes surfaces de terres arables notamment représentées sur le Plateau de Saclay. Le fuseau comprend également de grandes surfaces de jardins familiaux (environ 16 ha) et de vergers (environ 23 ha). Les **milieux forestiers** représentent près d'un quart des milieux (semi)naturels. Les forêts domaniales de Port-Royal et de Versailles, qui représentent respectivement 100 ha et 386 ha au sein du fuseau d'étude, sont les plus grands massifs forestiers de la ligne 18. Les **milieux ouverts** représentent 19 % des milieux (semi) naturels principalement représentés par des prairies (12 % des espaces (semi)naturels du tronçon). Les **parcs et jardins** représentent une faible proportion des milieux (semi)naturels du fuseau d'étude (13 % de la superficie des milieux (semi)naturels), les grands massifs forestiers étant considérés au sein des milieux boisés. Enfin, les **milieux aquatiques** sont très peu présents sur le tronçon étudié (3 % des milieux (semi)naturels sur l'ensemble du tronçon). Ils se limitent à quelques plans d'eau naturels ou artificiels à des rus et rigoles ainsi qu'à la Bièvre.

Milieux (semi)naturels recensés au sein du fuseau d'étude de la Ligne 18

Catégories	Surface (ha)	Sous-catégories	Surface (ha)
Milieux forestiers	95,0	Espaces boisés	1 057,7
		Plantations	8,4
Milieux aquatiques	1 737,1	Zone humide	27,1
		Eau	6,2
		Plan d'eau	61,7
Milieux agricoles	839,8	Cultures*	1 695,3
		Cultures intensives	0,4
		Cultures spécialisées	2,0
		Jardins familiaux	16,5
		Vergers	22,9
Milieux ouverts	698,8	Friche	243,4
		Prairie	538,5
		Vacant rural	24,4
		Terrain vacant	33,5
Parcs et jardins		Jardins	69,1
		Parcs urbains	629,8

2.5.2. Analyse des services écosystémiques rendus au sein du fuseau d'étude

Les milieux (semi)naturels présentés précédemment sont à l'origine de services écosystémiques rendus dans le fuseau d'étude. Comme explicitée dans la méthodologie, l'association entre les milieux (semi)naturels et les services qu'ils rendent n'est pas automatisée : chaque service écosystémique est associé à un milieu selon ses caractéristiques locales. C'est pourquoi certains services (chasse, etc.) se voient affecter une surface nulle bien que les milieux potentiellement à l'origine de ces derniers sont présents sur la zone d'étude.

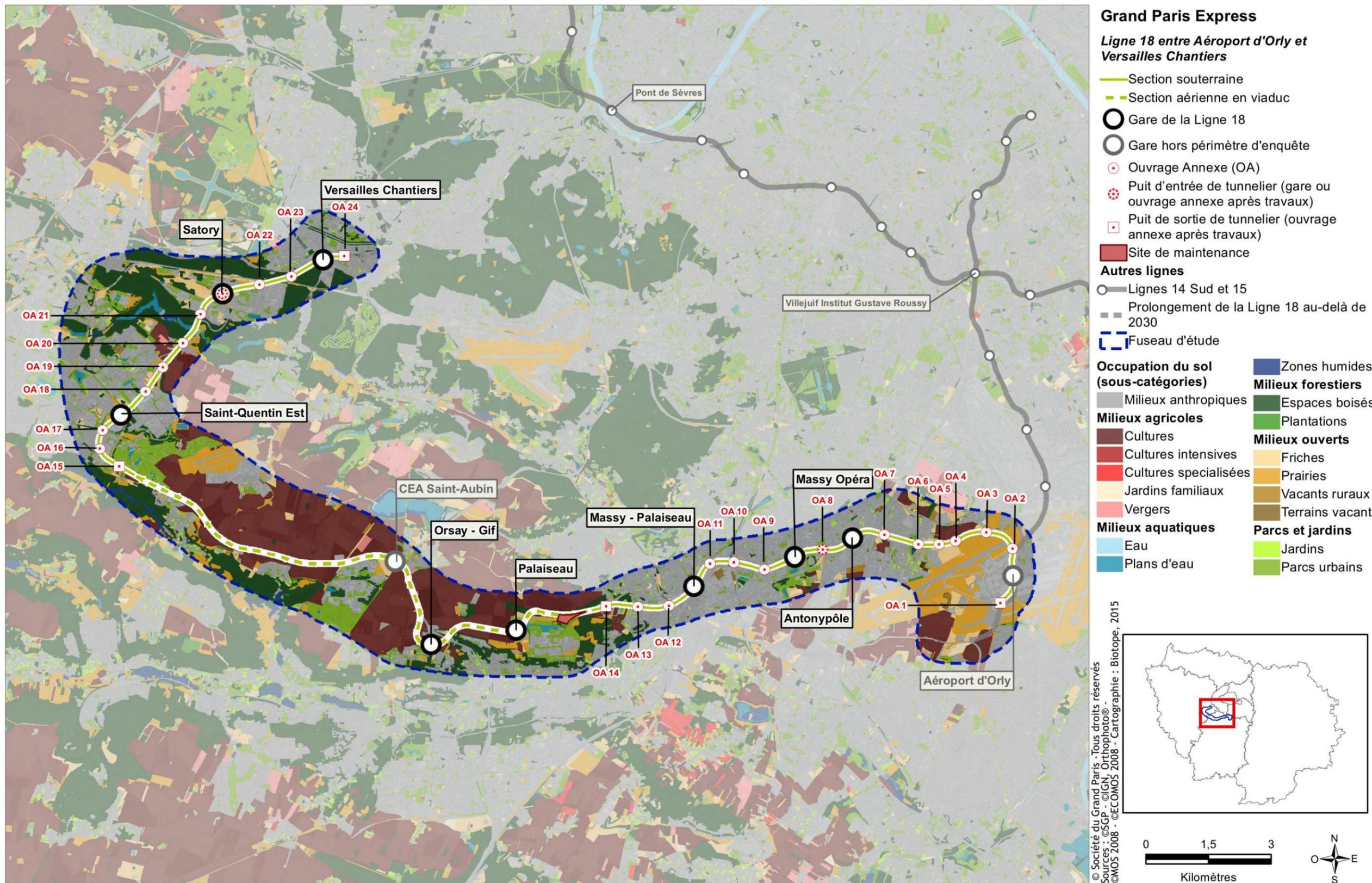
Surface (en ha) impliquée dans la fourniture de chacun des services écosystémiques identifiés comme potentiellement présents au sein du fuseau d'étude de la Ligne 18

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						1695	0,4	2,0		23,0						
	Cueillette terrestre									16,5							
	Récolte de bois	1057,7	8,4 4														
REGULATION	Ecrêtement des crues			17,3		24,3								1,8	5,7	1,0	0,0
	Soutien d'étiage			27,1	6,2	61,7											
	Autoépuration de l'eau			27,1	6,2	61,7											
	Purification de la qualité de l'air	1057,7	8,4 4	27,1							23,0	69,1	629,8				
	Régulation du climat global	1057,7	8,4 4								23,0		629,8				
	Régulation du climat local	1057,7	8,4 4								23,0	69,1	629,8				
	Contribution à la pollinisation											69,1	629,8	243,4	538,5	33,4	24,4
SOCIO-CULTUREL	Paysage	1057,7	8,4 4	27,1	6,2	61,7	1695	0,4	2,0	16,5	23,0	69,1	629,8	243,4	538,5	33,4	24,4
	Chasse	940,0		27,1	6,2	61,7											
	Pêche de loisir			1,8	0,0	34,2											
	Sports de nature	1057,7		27,1	6,2	61,7							629,8	243,4	538,5	33,4	24,4
	Tourisme et loisirs de nature	1057,7		27,1	6,2	61,7							629,8				

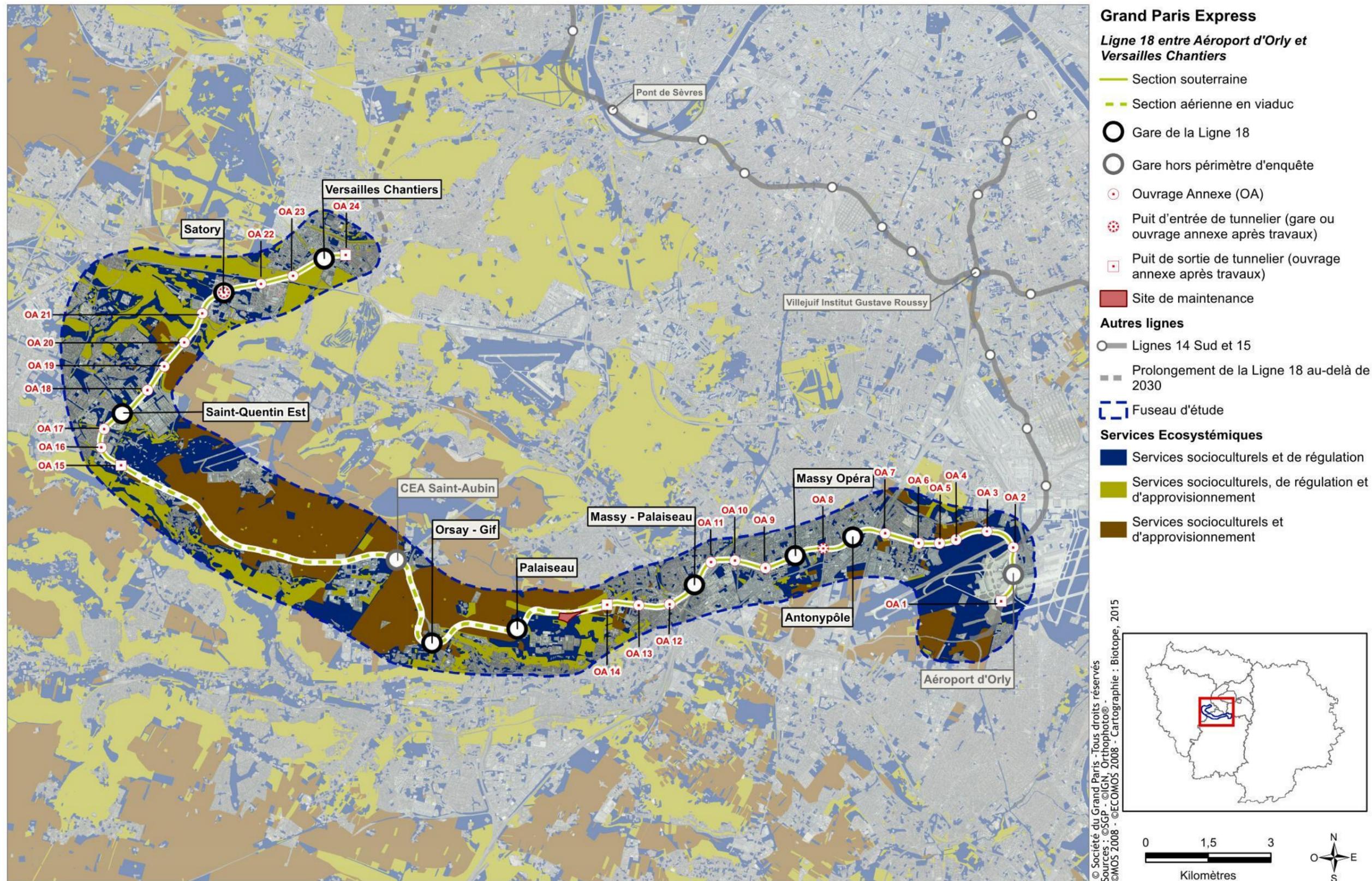
Les valeurs indiquées dans ce tableau peuvent différer de celles du tableau de la page précédente qui présente les surfaces brutes obtenues par extraction des informations contenues dans le MOS. Le tableau ci-dessus est quant à lui obtenu après traitement des données brutes pour obtenir les surfaces des milieux pour lesquels l'existence des services rendus a été vérifiée.

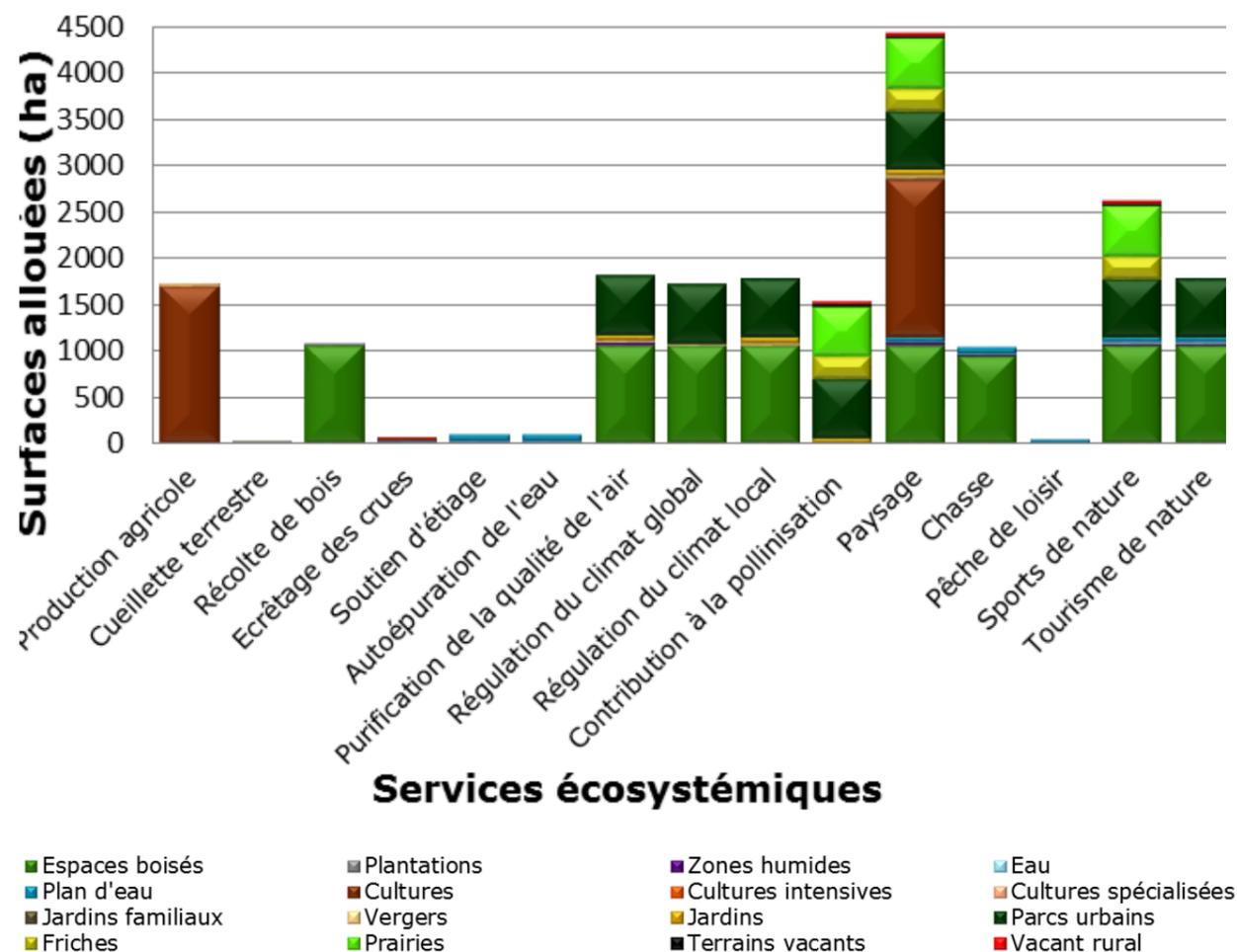
* Les valeurs indiquées sont les superficies maximales présentes en raison de l'absence de données homogènes à l'échelle du sein du fuseau d'étude.

Carte de la typologie d'occupation du sol par sous-catégories retenues pour l'étude des services écosystémiques



Carte des services écosystémiques rendus par les milieux (semi)naturels du fuseau d'étude de la Ligne 18





Surfaces en hectares relatives aux services écosystémiques fournis par les différents milieux (semi)naturels du fuseau d'étude

La fourniture de **services d'approvisionnement** par les milieux (semi)naturels est importante notamment en raison du caractère agricole du fuseau d'étude au niveau du Plateau de Saclay. Les productions agricoles sont principalement orientées vers les céréales et notamment le blé tendre (55 % des terres agricoles au sein du fuseau selon le Registre Parcellaire Graphique (RPG) de 2010) suivi par les cultures de protéagineux (19 % des terres agricoles au sein du fuseau selon le RPG 2010). D'autre part, les jardins familiaux sont présents sur une superficie assez importante. Le MOS permet d'identifier 9 jardins dans le fuseau d'étude. Ces jardins familiaux peuvent être gérés par la Fédération Nationale des Jardins Familiaux et Collectifs (FNJFC) mais aussi par des associations indépendantes ou encore les communes. D'après les informations recueillies, le jardin le plus important, situé à Morangis, offre 272 parcelles. Les plus petits, localisés sur les communes de Villiers-le-Bâcle et Rungis offrent environ une trentaine de parcelles. Au-delà du service d'approvisionnement, ces jardins familiaux jouent un rôle social important auprès des habitants et sont un support à la sensibilisation au lien qu'il existe entre la santé, la nutrition et la protection de l'environnement. Le service de récolte de bois n'est, quant-à-lui, pas précisément quantifiable puisque les données sur les exploitations forestières n'ont pu être récupérées.

A l'échelle du fuseau d'étude, les zones humides et les plans d'eau, bien que peu représentés, participent aux **services de régulation**. Les mares et zones humides, et notamment les étangs du Moulin, de la Braque ainsi que du Val d'Or, situés dans la commune de Guyancourt, participent ainsi aux services de régulation. Parmi les services de régulation, la Bièvre et les zones humides jouent notamment un rôle de soutien d'étiage et participent à l'épuration des eaux. Par ailleurs, et alors que très peu de milieux ouverts participent au service d'écrêtement des crues au sein du fuseau d'étude, les milieux aquatiques rendent ce service, selon leur situation géographique, limitant ainsi les risques liés aux inondations. C'est notamment le cas des zones humides et des plans d'eau situés en fond de vallée et inclus dans les zones historiquement inondées par les plus hautes eaux connues (communes de Guyancourt, Massy et Magny-les-Hameaux). Bien que les milieux ouverts présentent une superficie plus faible en zone inondable que les milieux aquatiques, ils sont toutefois important pour le phénomène d'écrêtement des crues. Ces milieux permettent un stockage temporaire de l'eau en période de crue. D'autre part, il est important de souligner que les parcs urbains et les espaces boisés participent aux services de régulation par une amélioration du cadre de vie des citoyens (purification de l'air et régulation du climat local et global). Ils contribuent également à la diversité et à l'abondance des insectes pollinisateurs qui pourront, à leur tour, favoriser les services d'approvisionnement dans des milieux limitrophes.

Ces mêmes milieux contribuent à favoriser le bien-être humain en fournissant un certain nombre de **services socioculturels**. Propices à la pratique d'activités sportives et touristiques de plein air, les parcs urbains et espaces boisés représentent des lieux de détente. Ils sont également considérés comme de véritables « poumons verts » contribuant ainsi à l'embellissement du paysage. Par ailleurs et parmi les milieux aquatiques, certains étangs comme les étangs du Moulin, de la Braque ainsi que l'étang du Val d'Or sont des supports à l'activité de pêche de loisir (principalement étangs de deuxième catégorie). Cette activité est encadrée par la fédération interdépartementale de pêche des départements des Yvelines (78), de l'Essonne (91), et du Val-de-Marne (94). Les autres milieux aquatiques, ponctuellement représentés par des rus ou des plans d'eau, ne sont pas supports à ce service. Enfin, le service socioculturel de paysage est rendu par l'ensemble des milieux (semi)naturels présents à l'échelle du fuseau d'étude, ce qui explique la superficie des milieux rendant ce service sur le graphique ci-contre.

Les milieux agricoles sont les plus représentés à l'échelle de la Ligne 18 (57 % des milieux (semi)naturels) à l'origine d'un service de production principalement tourné vers la production de céréales et oléo-protéagineux. Par ailleurs, les parcs urbains et espaces boisés, et notamment les forêts de Port Royal et de Versailles, constituent de véritables « poumons » dans un contexte urbain, tant pour la qualité de l'environnement de vie des citoyens que pour les activités sociales qu'ils génèrent (services socioculturels). Les principaux enjeux se concentrent donc au niveau des services socioculturels et d'approvisionnement fournis pas ces milieux.

2.5.3. Impacts et mesures du projet sur les services écosystémiques en phase chantier et exploitation

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.

- **Risque de dégradation voire destruction des milieux (semi)naturels**

En **phase chantier**, la superficie totale des milieux (semi)naturels impactés est de près de 50 ha, soit environ 1 % de la surface totale des milieux (semi)naturels inclus dans le fuseau d'étude. Les milieux (semi)naturels les plus impactés sont les parcelles cultivées disséminées dans l'ensemble du fuseau. Les milieux ouverts sont également impactés en phase travaux (plus de 10 ha). Les espaces boisés et les parcs et jardins sont impactés dans une moindre mesure (respectivement environ 5 et 3 ha).

En **phase d'exploitation**, la superficie impactée est moindre qu'en phase chantier mais la répartition des milieux impactés en phase exploitation suit celle des milieux impactés en phase chantier.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

L'ensemble des mesures de réduction proposées dans le cadre du volet « Faune, flore, milieux naturels » et « Paysage » sont compatibles avec les enjeux identifiés au travers de l'étude des services écosystémiques, notamment :

- Limiter l'emprise du chantier ;
- Installer systématiquement des clôtures temporaires étanches à la traversée de milieux naturels et élaboration d'un plan de lutte contre les pollutions accidentelles ;
- Remise en état du sol après travaux ;
- Maintien des continuités écologiques ;
- Entretien des sites naturels après remise en état.

Par ailleurs, un phénomène de report vers des milieux (semi)naturels à proximité pourrait être envisagé au travers d'une signalisation adaptée pour compenser les pertes temporaires des services socioculturels.

- **Impacts du projet sur les services écosystémiques**

Durant la **phase chantier**, les services d'approvisionnement rendus par les terres agricoles sont les services majoritairement dégradés. Ces impacts conduisent à une diminution des surfaces propices à la production de denrées alimentaires ainsi qu'à une diminution des surfaces améliorant le cadre de vie des citoyens par l'intégration de ces espaces cultivés dans le paysage. Néanmoins, cet impact s'élève à moins de 2 % de la superficie totale des terres arables disponibles dans le fuseau d'étude. D'autre part, la dégradation de ces services ne sera que temporaire si des mesures de restauration des milieux (semi)naturels impactés sont prises suite aux travaux de construction du métro.

Les services de régulation et socio culturels seront également impactés en phase chantier notamment en raison des impacts induits sur les espaces boisés. Sur ces milieux, les impacts induits par le projet sont concentrés au niveau du secteur aérien dans la commune de Palaiseau (plus de 80 % des

espaces boisés impactés par le projet en phase travaux). A noter qu'un phénomène de report vers des milieux (semi)naturels à proximité pourrait être envisagé pour compenser les pertes temporaires des services socioculturels.

En **phase d'exploitation**, la superficie impactée est moindre qu'en phase chantier mais la répartition des milieux impactés en phase exploitation suit celle des milieux impactés en phase chantier.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

L'ensemble des mesures de réduction proposées dans le cadre du volet « Faune, flore, milieux naturels » et « Paysage » sont compatibles avec les enjeux identifiés au travers de l'étude des services écosystémiques.

- **Impacts du projet sur les services d'approvisionnement**

Seuls les services d'approvisionnement rendus par les terres agricoles seront impactés par le projet. En effet, et d'après l'occupation du sol, aucun des ouvrages associés au projet n'est localisé au sein d'un jardin familial. Seul le service d'approvisionnement par les terres agricoles est donc détaillé dans ce paragraphe.

Le RPG de 2012 recense la quasi-totalité des terres agricoles présentes au sein du fuseau d'étude (1 758 ha) et renseigne leur assolement au cours de l'année 2012. Les Statistiques Agricoles Annuelles (SAA) de 2014 renseignent, quant à elles, les rendements estimés pour chaque production sur cette année à l'échelle des départements d'Île-de-France. L'exploitation de ces deux sources de données permet d'estimer la production potentielle à l'échelle des ilots de cultures concernés par le fuseau d'étude.

Au sein du fuseau d'étude, les terres agricoles sont le support d'une production de l'ordre de **140 000⁷ quintaux de produits de grandes cultures** (céréales, oléagineux et protéagineux).

Les parcelles agricoles impactées par le projet sont principalement situées au niveau du plateau de Saclay où le tracé passe en aérien. D'autres terres agricoles sont impactées par les emprises chantier des ouvrages annexes situés sur la commune de Wissous (OA 4, 5, 6 et 7). Ces impacts directs liés aux emprises du projet induisent une perte de production inférieure à 2 000 quintaux par an de denrées issues des grandes cultures, soit moins de 2 % de la production fournie dans le fuseau d'étude (en limitant les pertes agricoles aux emprises chantier uniquement).

Toutefois, et comme souligné dans le chapitre relatif à l'activité agricole, une superficie plus importante que celles des emprises chantier ne pourra être exploitée (réduction trop importante de la superficie de certains ilots, fragmentation des terres agricoles, etc.).

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

L'ensemble des mesures de réduction proposées dans le cadre du volet « Faune, flore, milieux naturels » et « Paysage » sont compatibles avec les enjeux identifiés au travers de l'étude des services écosystémiques.

⁷ Estimation réalisée sur la base du RPG 2012 et des rendements associés aux cultures et provenant de la Statistique Agricole Annuelle (Agreste, Srise Île-de-France)

• **Impacts du projet sur les services de régulation**

Seuls les services d'autoépuration de l'eau, de purification de la qualité de l'air, de régulation du climat et de contribution à la pollinisation seront impactés par le projet. Toutefois, parmi ces services, seul le service de régulation du climat global a pu être quantifié, faute de données disponibles pour les autres. Il est donc le seul service à être détaillé dans ce paragraphe.

Au sein du fuseau d'étude, les espaces boisés et renseignés par l'Inventaire Forestier National correspondent principalement aux forêts de Port Royal et de Versailles. Les autres milieux participant au service de régulation du climat global correspondent aux espaces boisés disséminés dans l'ensemble du fuseau d'étude. Pour ces milieux, un coefficient de recouvrement du sol par des arbres de 30 % a été appliqué.

L'ensemble de ces milieux participant au **stockage d'environ 415 000 t de CO₂**.

Calcul du stock de CO₂ par les milieux forestiers de la Ligne 18

Essence	Surface (ha)	Biomasse sur pied (m ³)	Densité	Quantité de bois (t)	Quantité de carbone (t)	Quantité de CO ₂ (t)
Chêne	-	135587	690	119750	56881	210461
Hêtre	-	173	710	158	75	277
Frêne	-	13970	690	12339	5861	21685
Bouleau	-	3139	650	2612	1241	4590
Châtaigner	-	23351	620	18532	8803	32569
Pins	-	631	530	429	204	753
Autres	-	13197	700	11824	5617	20781
Milieux hors IFN	871	-	-	-	-	291 118
TOTAL						415 458

Les impacts en phase chantier et exploitation liés au projet sont faibles sur le service de régulation du climat global. En effet, leur valeur est inférieure à 5 %.

MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

L'ensemble des mesures de réduction proposées dans le cadre du volet « Faune, flore, milieux naturels » et « Paysage » sont compatibles avec les enjeux identifiés au travers de l'étude des services écosystémiques.

• **Impacts du projet sur les services socioculturels**

Seuls les services socioculturels rendus par les parcs urbains et les milieux boisés sont impactés par le projet. Ils sont donc les seuls à être détaillés dans ce paragraphe.

Les services socioculturels fournis par les parcs urbains et les milieux boisés peuvent notamment être évalués à travers l'estimation de la densité d'espaces verts communale par habitant. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-contre.

Densités d'espaces verts par habitant actuelle et variations induites par le projet en phase chantier

Communes	Densité d'espaces verts par habitant (m ² /habitant)*		Gare Grand Paris Express
	Densité actuelle (m ² /hab.)	Variation maximale en phase chantier (%)	
Anthony	24,6	-	Gare Antonypôle
Buc	756,3	-	-
Bures-Sur-Yvette	153,3	-	-
Châteaufort	1 348,6	-	-
Gif-sur-Yvette	233,3	-	-
Guyancourt	155,8	< 5 %	Gare Saint-Quentin Est
Jouy-En-Josas	699,3	-	-
Magny-Les-Hameaux	612,7	< 5 %	-
Massy	33,7	< 5 %	Gare Massy Opéra – Gare Massy-Palaiseau
Montigny-Le-Bretonneux	84,3	-	-
Morangis	23,9	-	-
Orsay	159,5	< 5 %	-
Palaiseau	92,9	< 5 %	Gare Massy-Palaiseau
Paray-Vieille-Poste	20,2	-	-
Rungis	28,7	-	-
Saclay	371,3	-	-
Saint-Aubin	2 137,0	-	-
Saint-Cyr-L'Ecole	36,7	-	-
Toussus-Le-Noble	64,7	-	-
Vauhallan	383,8	-	-
Versailles	129,8	-	Gare Versailles Chantiers – Gare Satory
Villiers-Le-Bâcle	1 315,4	-	-
Voisins-Le-Bretonneux	66,4	-	-
Wissous	96,6	-	-

* Les densités qui ne varient pas significativement par rapport à la densité de référence ne sont pas indiquées pour faciliter la lecture du tableau.

Aucune des communes présente dans le fuseau n'est déficitaire en espaces verts (densité supérieure à 10 m²/hab.) du fait d'une faible urbanisation au sein du fuseau d'étude. En effet, les espaces verts (milieux boisés et parcs et jardins) sont fortement présents puisqu'ils représentent près d'un quart de la superficie totale du fuseau d'étude.

A l'inverse, la majorité des communes du fuseau d'étude présente une densité d'espaces verts supérieure voire nettement supérieure à 25 m²/hab. (densité préconisée par l'OMS en zone périurbaine). Certaines communes présentent en effet des densités d'espaces verts par habitant très importantes telles que les communes de Saint-Aubin, Châteaufort ou encore Villiers-le-Bâcle.

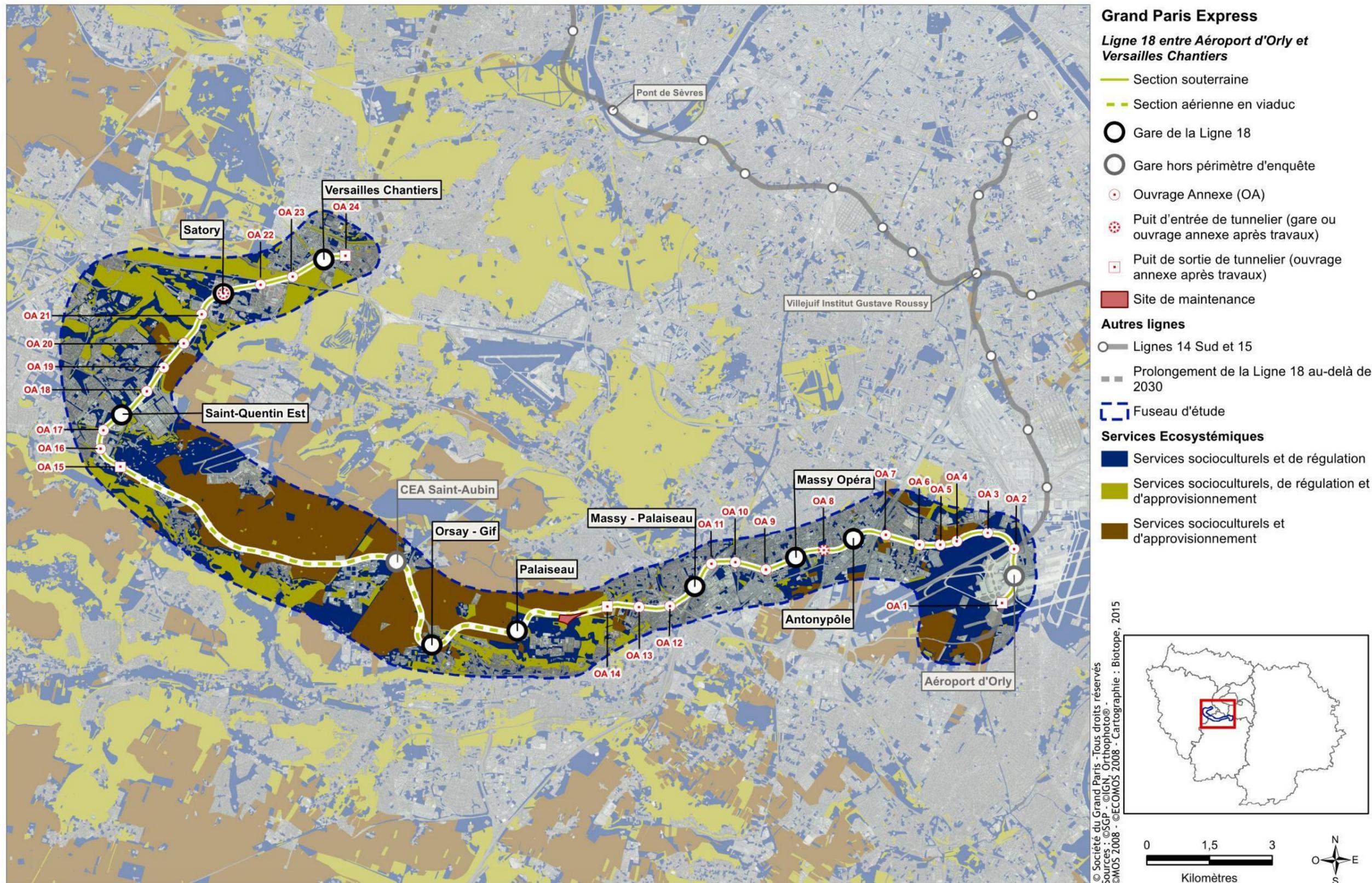
En phase chantier et exploitation, aucune diminution significative de la densité d'espaces verts n'est prévue sur l'ensemble du tronçon de la Ligne 18 (la diminution de la densité d'espaces verts est toujours nettement inférieure à 5 %). **L'impact de l'emprise chantier du projet sur les espaces verts est donc faible.**

Soulignons par ailleurs que l'implantation de toutes gares sera accompagnée par l'aménagement d'espaces verts, contribuant ainsi à l'augmentation de la densité d'espaces verts par habitant. Néanmoins, il n'est, à ce stade de l'étude, pas envisageable de quantifier le gain issu de tels aménagements.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

L'ensemble des mesures de réduction proposées dans le cadre du volet « Faune, flore, milieux naturels » et « Paysage » sont compatibles avec les enjeux identifiés au travers de l'étude des services écosystémiques.

Carte des densités d'espaces verts par communes du fuseau d'étude de la Ligne 18



2.5.4. Synthèse des impacts et mesures concernant les services écosystémiques

Sur l'ensemble de la Ligne 18, les milieux (semi)naturels représentent plus de la moitié (60 %) de la superficie totale du fuseau d'étude soit 4 437 ha. Cette superficie s'explique par un fuseau d'étude bien représenté par l'activité agricole et les milieux boisés.

Les milieux naturels ainsi que les territoires agricoles jouent 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. La nature en ville contribue par ailleurs à l'abaissement de la température, à l'évapotranspiration, atténue les îlots de chaleur urbains, permet des économies d'énergie, la séquestration du carbone, la dépollution de l'air et la réduction des niveaux sonores. Enfin, ces espaces participent à un ensemble d'aménités et de services socioculturels (la détente, la découverte de la nature, les activités ludiques et sportives, etc.) témoignant de la richesse de leurs valeurs sociales et favorisant convivialité et mixité sociale. Les attentes en matière de nature en ville et de sensibilité à l'égard du vivant témoignent d'ailleurs très clairement de ce désir de nature en ville.

Les travaux présentés ici soulignent un impact faible du projet de Ligne 18 du Grand Paris Express sur les milieux recensés au sein du fuseau d'étude et donc sur les services écosystémiques qu'ils génèrent.

En effet, les parcelles agricoles, milieux (semi)naturels les plus représentés sur le fuseau d'étude seront les plus impactés par le projet en phases chantier et exploitation. A l'origine des services d'approvisionnement, ils seront toutefois impactés sur des emprises réduites à l'échelle du fuseau d'étude. Par ailleurs, les espaces verts et milieux boisés seront impactés dans une faible mesure. Ainsi, concernant les services de régulation rendus par ces milieux, et celui de régulation du climat global notamment, seuls de faibles effets ont été révélés par cette étude car l'emprise du projet reste très limitée en surface au niveau des espaces boisés.

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 ou boisements favorisant ainsi l'ensemble des services socio-culturels. Par ailleurs, le projet devrait tendre à une diminution de l'étalement urbain réduisant ainsi les risques de voir disparaître des milieux (semi)naturels, à la faveur de l'expression des services écosystémiques rendus sur le territoire francilien.

Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement

Thématique	Sites concernés	Type de l'impact	Mesures d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Services écosystémiques	Section aérienne et OA 4, 5, 6 et 7	<p><u>Phase études</u> : /</p> <p><u>Phase chantier</u></p> <p>Impacts du projet sur le service d'approvisionnement rendu par les terres agricoles</p> <p><u>Phase exploitation</u> : /</p>	<p><u>Cf. mesures prises pour la faune et la flore notamment</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limiter l'emprise du chantier ; - Installer systématiquement des clôtures temporaires étanches à la traversée de milieux naturels et élaboration d'un plan de lutte contre les pollutions accidentelles ; - Remise en état du sol après travaux ; - Maintien des continuités écologiques ; - Entretien des sites naturels après remise en état. 	Faible	Aucune	Aucune	<p>Aucune mesure spécifique pour les services écosystémiques n'est mise en œuvre.</p> <p>Se reporter au volet Milieux naturels et Paysage pour le détail des coûts.</p>
	Section aérienne et OA 6, 7, 8, 9, 15, 17, 18 et 19 et Gares Massy Opéra, Saint-Quentin Est et Versailles Chantiers	<p><u>Phase études</u> : /</p> <p><u>Phase chantier</u></p> <p>Impacts du projet sur le service de régulation du climat global</p> <p><u>Phase exploitation</u> : /</p>		Faible	Aucune	Aucune	
	Section aérienne et OA 6, 7, 8, 9, 15, 17, 18 et 19 et Gares Massy Opéra, Saint-Quentin Est et Versailles Chantiers	<p><u>Phase études</u> : /</p> <p><u>Phase chantier</u></p> <p>Impacts du projet sur les services socio-culturel</p> <p><u>Phase exploitation</u> : /</p>		Faible	Aucune	Aucune	

Légende : Impact résiduel nul/négligeable | Impact résiduel faible | impact résiduel modéré | Impact résiduel fort | Impact résiduel positif

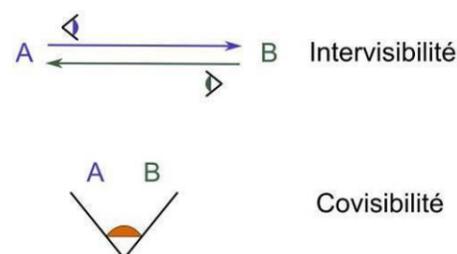
3. Patrimoine culturel, architectural et archéologique

3.1. Sites et monuments patrimoniaux

3.1.1. Rappel réglementaire et méthodologie d'approche pour qualifier les impacts

Pour les **monuments et sites naturels** (appelés sites classés ou inscrits, ou sites loi 1930), la réglementation interdit les interventions et modifications dans les périmètres de protection des sites classés (sauf autorisation spéciale) et oblige à une déclaration préalable avant travaux dans les périmètres des sites inscrits. Toute modification est donc considérée comme ayant un impact potentiel et les autorisations spéciales de travaux ne peuvent être données que si les travaux ne remettent pas en cause les éléments constitutifs du site et donc les critères qui ont justifié le classement ou l'inscription du site (intérêt pittoresque, artistique, historique, légendaire ou scientifique). Les travaux réalisés à l'extérieur des sites ne sont généralement pas de nature à porter atteinte à la monumentalité des sites (pas de notion d'aire de visibilité). Toutefois, les grands projets sont de nature à créer des impacts paysagers importants et sont donc susceptibles d'avoir un impact indirect sur certains sites. Ainsi, l'impact indirect sur les sites est présenté dans la partie relative au paysage.

Pour les **monuments historiques**, il convient de distinguer les travaux de nature à détruire l'élément protégé (le bâtiment, la partie de bâtiment ou l'objet protégé) des travaux portant atteinte à la monumentalité. Dans ce cas il convient d'évaluer, dans l'aire d'influence visuelle du monument (périmètre de protection de 500 m ; qui peut être modifié ou adapté) si les travaux modifient les modes de perception du monument, altèrent ses abords ou la composition paysagère qui participe à la mise en scène ou la mise en valeur du monument. Les effets visuels seront essentiellement étudiés dans le périmètre de protection des monuments historiques. Ils pourront être issus de deux types de relations visuelles qui seront distinguées : le projet est visible depuis le monument et réciproquement (intervisibilité) ou le monument et le projet sont visibles simultanément depuis un lieu précis (co-visibilité).



3.1.2. Rappel des enjeux liés aux sites et monuments patrimoniaux

L'état des lieux réalisé dans le fuseau d'étude de la ligne 18 a montré la présence d'un nombre important de sites protégés, de périmètres de protection des monuments historiques, d'une ZPPAUP et d'un secteur sauvegardé. Des vestiges archéologiques ont été découverts dans de nombreux secteurs et de vastes zones abritent potentiellement d'autres vestiges. Les enjeux liés au patrimoine culturel ont donc été considérés comme forts.

Les secteurs où les enjeux liés au **patrimoine culturel** sont les plus importants sont :

- Le site **classé de Villiers-le-Bâcle** (château, parc et bois) qui constitue un enjeu fort, bien que relativement ponctuel à l'échelle du projet et en marge du fuseau.
- Le **site classé de la Vallée de la Mérançaise** qui présente un enjeu fort puisqu'il s'agit d'un vaste site relativement naturel, boisé et vallonné et qui est donc sensible à tout travaux d'infrastructure d'importance. Il n'est toutefois concerné par le passage de la zone de passage préférentiel de la ligne 18 qu'à la marge. La Porte de Mérançais (un monument historique situé à proximité) est plus largement concerné. La ligne 18 traverse largement son périmètre de protection ;
- Le **site classé de la Vallée de la Bièvre** qui présente une configuration et une sensibilité similaires à la vallée de la Mérançaise. Ce site est toutefois largement traversé par la zone de passage préférentiel de la Ligne 18 ;
- Le **centre de Versailles** qui concentre de très forts enjeux liés à la protection du patrimoine culturel, notamment du fait de l'importante concentration en monuments historiques qui entraîne l'agglomération et la superposition de nombreux périmètres de protection associés et également du fait de la présence du Domaine national de Versailles, un élément d'intérêt supranational (comme le montre son inscription à la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO) et l'instauration d'un secteur sauvegardé. Par ailleurs, la gare de Versailles Chantiers est en partie inscrite au titre des monuments historiques ;

D'autres secteurs plus ponctuels ou qui semblent moins concernés par le projet ont également été identifiés :

- Les périmètres de protection des églises de Wissous ou Guyancourt.
- Le bourg de Massy où une ZPPAUP souligne la patrimonialité de ce centre ancien ;
- Le secteur Moulon - Corbeville où les sites inscrits et classés sont partiellement urbanisés ;

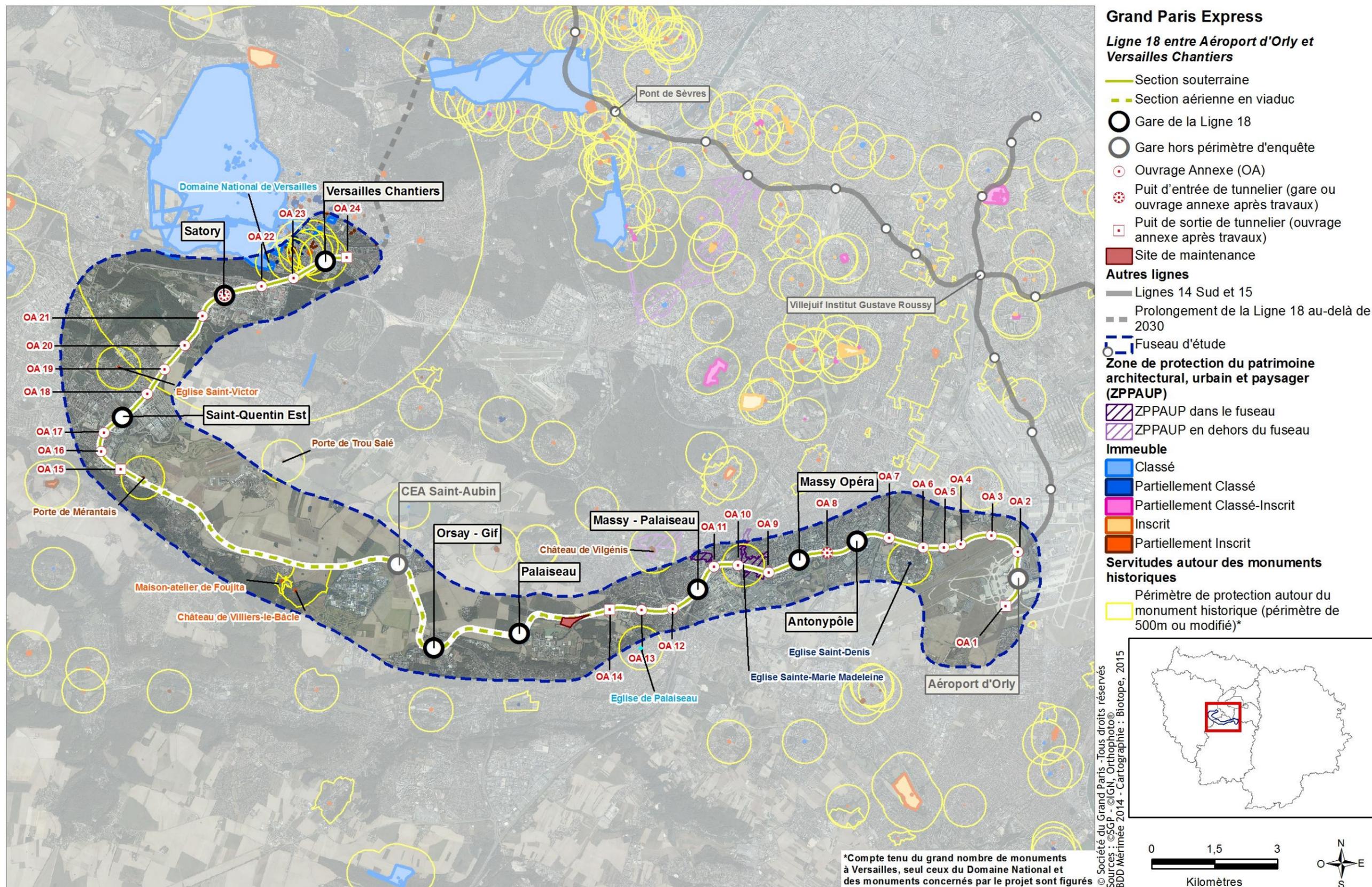
Les cartes et les tableaux suivant permettent de préciser le niveau de sensibilité potentielle de chaque site ou monument au regard du projet (position des emprises travaux et des ouvrages par rapport aux périmètres réglementaires)

Sensibilité au projet des sites classés et inscrits identifiés dans le fuseau d'étude

Nom du site	Statut du site	Communes concernées	Sensibilités des sites au projet
Domaine de Vilgénis	Inscrit	Massy	Négligeables Aucun ouvrage ou travaux n'est prévu dans le périmètre du site
Domaine de Launay	Classé	Orsay	Négligeables Aucun ouvrage ou travaux n'est prévu dans le périmètre du site
Château, parc et bois	Classé	Villiers-le-Bâcle	Négligeables Aucun ouvrage ou travaux n'est prévu dans le périmètre du site
Vallée de Chevreuse	Inscrit	Orsay, Saint-Aubin, Villiers-le-Bâcle, Châteaufort, Magny-les-Hameaux	Modérés Le périmètre du site intègre en partie la RD36 sur la commune de Magny-les-Hameaux, une partie des voies sera utilisée lors des travaux pour aménager le viaduc au nord de cette route (hors site inscrit), plus à l'est (Villiers-le-Bâcle) les emprises travaux frôlent les limites du site. A Orsay, le viaduc traverse le site, au niveau du vallon de Corbeville et de la ZAC du Moulon (secteurs en cours d'aménagement)
Vallée de la Mérantaise	Classé	Villiers-le-Bâcle, Châteaufort, Magny-les-Hameaux	Modérés Les ouvrages ou les travaux ne sont pas directement situés dans le site classé mais à quelques mètres de celui-ci.
Vallée de la Bièvre	Classé	Vauhallan, Guyancourt, Versailles, Jouy-en-Josas, Saclay	Modérés Le projet est en souterrain au droit du site et seule une partie des emprises travaux de l'ouvrage OA21 est susceptible de concerner les marges du site classé (Versailles)
	Inscrit		Négligeables Aucun ouvrage ou travaux n'est prévu dans le périmètre du site

Nom du site	Statut du site	Communes concernées	Sensibilités des sites au projet
Domaine de Montreuil (ancienne résidence de Madame Elisabeth)	Classé	Versailles	Négligeables Aucun ouvrage ou travaux n'est prévu dans le périmètre du site
Parcelles entourant le domaine de Montreuil	Inscrit		
Domaine de la solitude	Classé		
Quartiers anciens	Inscrit		

Localisation des monuments historiques à proximité du projet



Sensibilité au projet des monuments historiques identifiés dans le fuseau d'étude

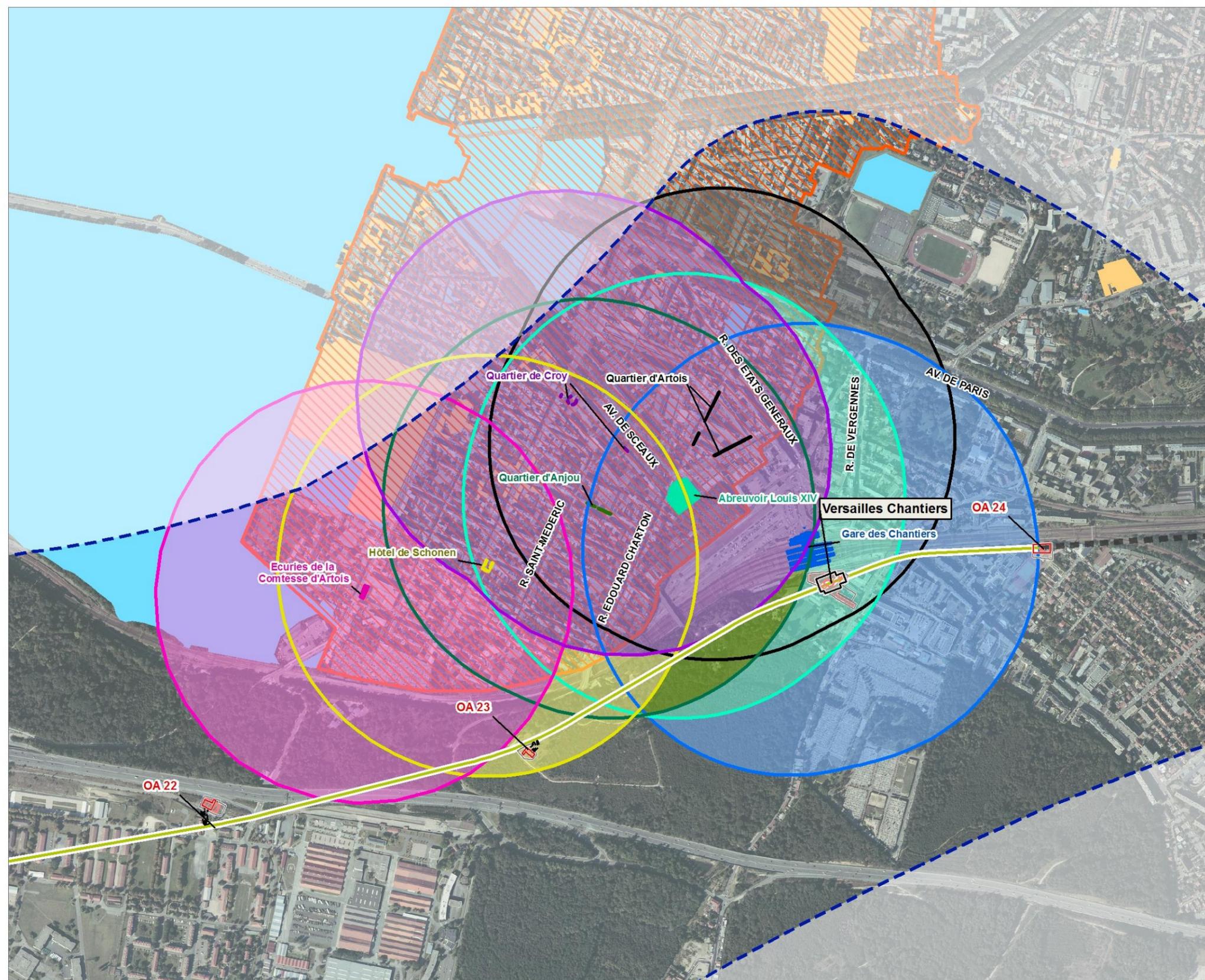
Nom du monument historique	Statut du monument	Communes concernées	Sensibilités du monument au projet
Eglise Saint-Denis	Partiellement classé	Wissous	Modérées L'OA6 et les emprises travaux associées sont situées en marge du périmètre de protection de ces monuments.
Eglise Sainte-Marie-Madeleine	Partiellement classé	Massy	Modérées L'OA10 et les emprises travaux associées sont situées en dehors de la ZPPAUP dont le périmètre se substitue à celui de l'église incluse mais à proximité de l'église.
Château de Vilgénis	Partiellement inscrit	Massy	Négligeables Aucun ouvrage ou travaux ne sont prévus dans le périmètre de protection de ces monuments.
Eglise de Palaiseau	Classé	Palaiseau	
Porte de Trou Salé	Partiellement inscrit	Toussus-le-Noble	
Château de Villiers le Bâcle	Inscrit	Villiers-le-Bâcle	Modérées Le Viaduc et les emprises travaux associées sont situés en marge du périmètre de protection modifié de ce monument.
Maison atelier Foujita	Inscrit	Villiers-le-Bâcle	Négligeables Aucun ouvrage ou travaux ne sont prévus dans le périmètre de protection du monument.
Porte de Mérantais	Partiellement inscrit	Magny-les-Hameaux	Fortes Les ouvrages et travaux (aménagement d'un puits d'accès du tunnelier et rampes de transition entre le tunnel et le viaduc) seront réalisés à proximité immédiate du monument dans son périmètre de protection.
Eglise St-Victor	Inscrit	Guyancourt	Négligeables Aucun ouvrage ou travaux ne sont prévus dans le périmètre de protection du monument.

Nom du monument historique	Statut du monument	Communes concernées	Sensibilités du monument au projet
Domaine National de Versailles	Classé	Versailles	Négligeables à fortes Huit ouvrages sont situés dans le périmètre de protection du Domaine National de Versailles (OA19 à 24, Gare Satory et Gare Versailles Chantiers). Si certains semblent suffisamment éloignés, les ouvrages situés sur la commune de Versailles doivent être particulièrement étudiés notamment vis-à-vis des parties du domaine les plus proches
Gare de Versailles Chantiers	Inscrit	Versailles, Guyancourt	Fortes Le projet prévoit une interconnexion entre la gare existante et celle en projet pour la Ligne 18. Les travaux sont donc susceptibles de concerner le monument ou a minima ses abords. Par ailleurs, l'OA24 est situé en marge du périmètre de protection du monument.
Quartier d'Artois	Partiellement inscrit	Versailles	Modérées La gare Versailles Chantiers et les emprises travaux associées sont situées en marge du périmètre de protection de ces monuments toutefois
Terrains en bordure de l'abreuvoir Louis XIV	Inscrit		
Quartier d'Anjou, 55 bis rue d'Anjou	inscrit	Versailles	Faibles La gare Versailles Chantiers et les emprises travaux associées sont situées juste à l'extérieur du périmètre de protection de ces monuments.
Quartier de Croy	Partiellement classé		
Hôtel particulier appelé maison Colette ou hôtel de Schonen	Inscrit	Versailles	Modérées L'OA23 et les emprises travaux associées sont situés en marge du périmètre de protection de ces monuments.

Nom du monument historique	Statut du monument	Communes concernées	Sensibilités du monument au projet
Ecuries de la Comtesse d'Artois	Partiellement classé	Versailles	Faibles L'OA23 et les emprises travaux associées sont situés à l'extérieur du périmètre de protection de ces monuments.
Autres Monuments historiques de Versailles		Versailles	Négligeables Aucun ouvrage ou zones de travaux ne sont situés dans le périmètre de protection des monuments des autres monuments versaillais ou dans le secteur sauvegardé de Versailles

En complément du patrimoine protégé, plusieurs bâtiments situés à proximité des gares sont par ailleurs labellisés « patrimoine du XXème siècle » par la DRAC. Même s'ils ne sont pas réglementairement protégés, ils représentent un enjeu modéré en matière de préservation du patrimoine architectural. Il s'agit du Centre Huit à Versailles (à côté de la gare Versailles Chantiers), de l'église luthérienne Saint-Marc et de la synagogue à Massy (quartier Opéra).

Localisation des monuments historiques à proximité du projet à Versailles



Grand Paris Express

Ligne 18 entre Aéroport d'Orly et Versailles Chantiers

- Tunnel
- Gare de la ligne 18
- Ouvrage Annexe (OA)
- Rameau
- Emprise chantier
- Emergence
- Prolongement de la Ligne 18 au-delà de 2030
- Fuseau d'étude
- Secteur sauvegardé de Versailles
- Domaine National de Versailles*
- Autres monuments historiques

Périmètres de protection de monuments historiques concernés par le projet

Partiellement Classé

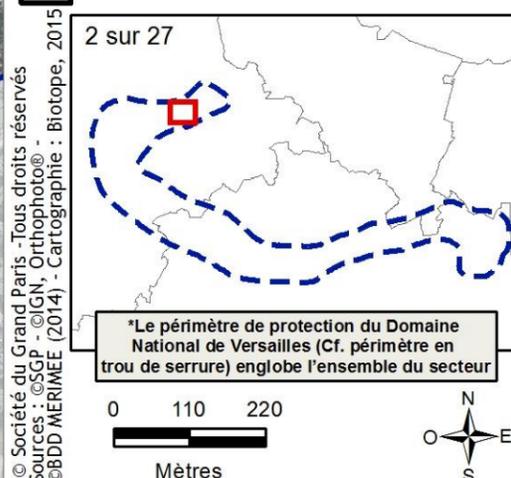
- Quartier de Croy
- Ecuries de la Comtesse d'Artois (anciennes)
- Quartier d'Anjou, 55 bis rue d'Anjou

Inscrits

- Terrains en bordure de l'abreuvoir Louis XIV
- Gare des Chantiers
- Hôtel particulier appelé maison La Colette ou hôtel de Schonen

Parciellement Inscrit

- Quartier d'Artois



3.1.3. Impacts et mesures en phase chantier sur les sites et monuments protégés

3.1.3.1 Impacts et mesures généraux sur les sites et monuments protégés

L'ampleur et la nature des travaux sont différentes en fonction de la nature des éléments du projet. Les impacts sur le patrimoine en phase chantier sont associés d'une part aux dégagements des emprises et aux terrassements et d'autre part à la présence des installations de chantier qui peuvent altérer certains sites ou monuments historique ou les abords de ces derniers.

Pour les sections souterraines où l'ouvrage est creusé à l'aide de tunneliers, les emprises chantiers sont très ponctuelles. Les impacts directs sont alors limités aux emprises de travaux localisées aux niveaux des gares et des ouvrages annexes (puits d'accès des tunneliers et ouvrages de sécurité et/ou de ventilation).

Pour la section aérienne, les emprises travaux suivent le tracé. Leurs ampleurs varient en fonction des phases de travaux et de l'avancée des différents « ateliers » mais elles s'établissent au maximum sur 35m de large, 48m pour franchir la RN118. Les impacts peuvent donc être variables en fonction des périodes et en fonction de la configuration du site.

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

Le choix d'un tracé en souterrain (section Aéroport d'Orly – Palaiseau et Magny-les-Hameaux – Versailles Chantiers) permet de limiter l'ampleur des travaux en surface et donc de réduire les effets du projet sur le patrimoine. Ainsi seuls huit ouvrages très ponctuels sont situés dans le périmètre de protection du Domaine National de Versailles (OA19 à 24, gares Satory et Versailles Chantiers) et des secteurs sensibles comme la Vallée de la Bièvre (cf. variante par Saint-Quentin Université) ou le coteau de Satory sont évités (cf. ci-après).

Parallèlement, les premières études et les discussions menées pour le choix de la localisation des ouvrages ont également permis d'éviter ou de réduire les impacts sur certains éléments de patrimoine. C'est le cas pour les ouvrages annexes (OA10, OA20, OA21) qui sont respectivement en marge de la ZPPAUP de Massy et en marge du site classé de la Vallée de la Bièvre.

Par ailleurs, dans le travail sur les variantes, le choix du scénario passant au nord du CEA a pour avantage d'éloigner le projet du site classé du Parc et Château de Villiers-le-Bâcle et donc d'éviter le risque de travaux en marge du site. Un site de maintenance à Palaiseau permet d'éviter d'aménager un site de maintenance à Guyancourt où le barreau de raccordement concernerait le Bois Robert soit le site inscrit de la Vallée de la Bièvre et le prolongement paysager du site classé au-delà de la N286.

Pour les monuments qui présentent des sensibilités modérées à fortes, les impacts et mesures spécifiques sont présentés dans les chapitres qui suivent avec une entrée par site.

Pour les sites ou monuments qui présentent des sensibilités moindres, les emprises travaux sont situées en dehors du périmètre du site ou du périmètre de protection du monument. Les relations visuelles, si elles existent, ne sont ni de nature à porter atteinte à la monumentalité des sites, ni à porter atteinte au paysage. Les mesures prévues en faveur du paysage sont donc de nature à limiter plus encore les effets du projet sur ces monuments.

A l'exception de la Gare Versailles Chantiers ou de l'église de Massy, le tunnel passe assez loin des monuments historiques pour ne pas leur porter atteinte. Dans tous les cas, le risque lié vibrations dues au creusement du tunnel sur les bâtiments (et par extension sur les monuments historiques) est étudié dans le chapitre spécifique (cf. chapitre 8.6. Vibrations).

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

En dehors de certains secteurs traités spécifiquement (cf. ci-après), il n'y a pas d'impact résiduel significatif du chantier sur les sites et monuments historiques. Il n'y a donc aucune mesure compensatoire à prévoir.

3.1.3.2 Impacts et mesures spécifiques au secteur de Versailles

Le périmètre de protection du Domaine national de Versailles, dit périmètre en trou de serrure, s'étend sur cinq kilomètres à partir de la chambre du roi. Comme évoqué précédemment, le projet est ici essentiellement souterrain : huit ouvrages (gares Versailles Chantiers et Satory, ouvrages OA19 à 24) sont inclus dans ce périmètre.

Il convient de distinguer :

- les impacts du projet sur la gare Versailles Chantiers, car une partie des aménagements pourrait concerner directement le monument historique protégé ;
- des impacts indirects sur les autres monuments où le projet s'insère dans l'aire d'influence des monuments.

Pour rappel tous les sites classés et inscrits de Versailles ont été évités. Le projet n'a donc aucun effet direct sur ces sites.

Les mesures d'accompagnement sont présentées globalement pour les différents impacts, en fin de paragraphe.

- **Impact en phase chantier du projet sur le bâtiment existant de la Gare Versailles Chantiers (monument historique)**

La plupart des travaux sont menés au niveau d'un puit puis d'un bâtiment positionné à côté de la gare Versailles Chantiers (monument historique). Les façades et toitures de l'ensemble de la gare, les quais et édicule de l'horloge, la salle des Pas Perdus, le hall des voyageurs, la galerie ont été protégés (inscrits) par arrêté du 14 avril 1998. Les travaux impliquent la modification des accès Porte de Buc, mais il s'agit là d'ouvrages modernes non protégés.



Passerelles Porte de Buc et bâtiment de la gare protégé (Société du Grand Paris)

Les grues, les installations de chantier puis les constructions qui seront positionnées en bordure de la gare altéreront de manière temporaire les abords du site. Toutefois, le contexte ferroviaire créant une ambiance relativement « industrielle », cette présence n'altère pas profondément la monumentalité de la gare par ailleurs défraîchie. De plus, la création de la gare en interconnexion avec la gare existante apparaît logique et participe à l'acceptation du chantier. La communication réalisée sur les palissades de chantier devrait renforcer cette compréhension. En termes de perception, il convient plus particulièrement d'intégrer la gêne occasionnée par les travaux notamment pour le cheminement piétonnier. Les accès à la porte de Buc seront déviés, mais maintenus durant la phase de travaux.

L'impact en phase chantier du projet de gare Versailles Chantiers est qualifié de modéré. Il est essentiellement dû à la proximité des travaux et à l'éventuelle gêne occasionnée, dans un contexte plutôt favorable à leur acceptation dès lors qu'une communication spécifique est pensée et que les circulations sont maintenues.

• **Impact en phase chantier des installations de chantier de la gare Versailles Chantiers et de l'OA24**

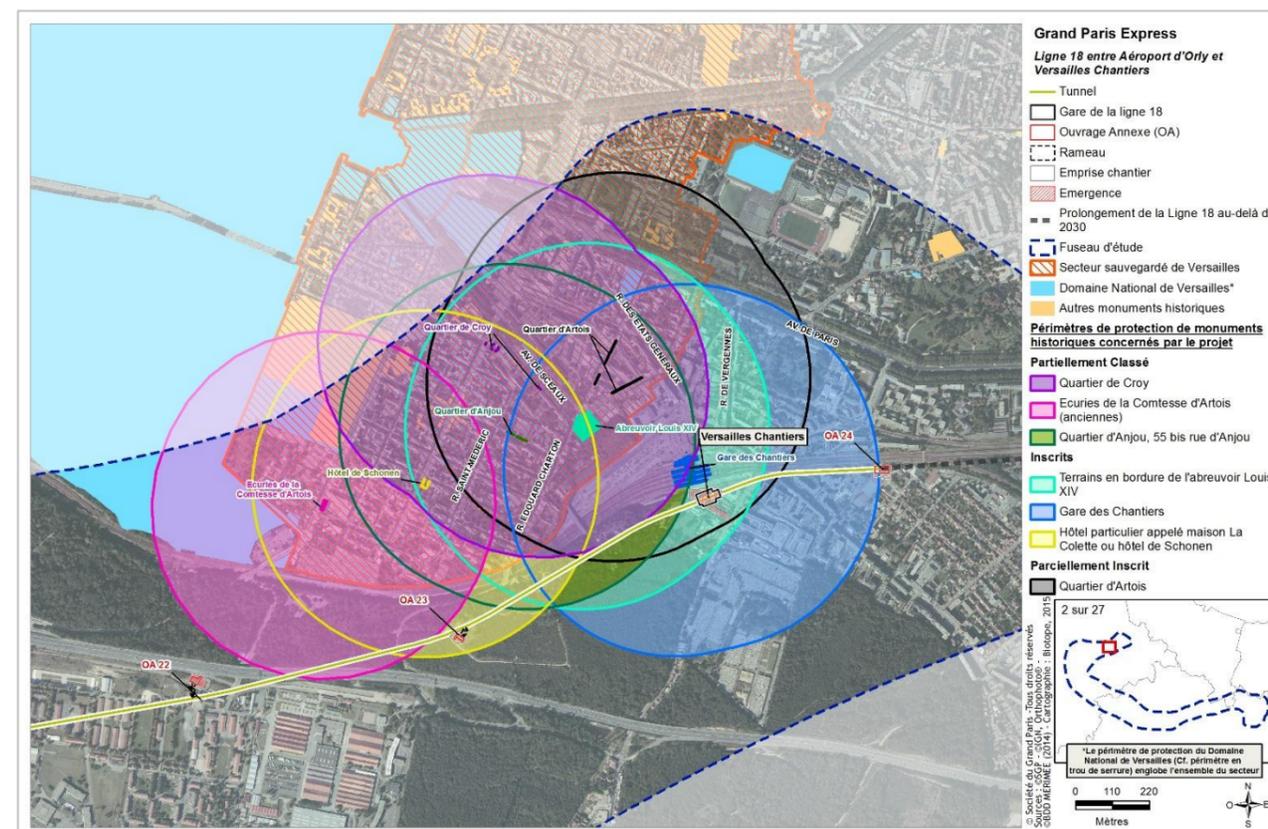
Les ouvrages (gare Versailles Chantiers et l'OA24) sont positionnés en marge de la vieille ville dans le faisceau ferroviaire. Les travaux s'installent donc sur une zone déjà perturbée et mouvante ce qui facilite l'acceptation des travaux. Les éléments projets sont situés en dehors du secteur sauvegardé et des sites inscrits ou classés. Ils sont donc situés en dehors des zones urbaines les plus sensibles ou les plus remarquables.

La topographie peu marquée et la densité urbaine limitent les possibilités d'intervisibilité au niveau des rues et des bâtiments. Toutefois, lors de la phase chantier, les grues éventuellement utilisées dépasseront, en hauteur, au-dessus des bâtiments ou du glacis de toitures. Elles seront donc visibles notamment depuis les points de vues panoramiques situées autour de la cuvette de Versailles. Il existera donc des relations visuelles entre la (les) grue(s) et certains monuments

comme le Château de Versailles. Cependant, le faisceau ferroviaire restant généralement perceptible, la position de la grue restera lisible et incluse dans la composition générale en dehors des ensembles paysagers sensibles. La ville de Versailles, dominée par le château, structurée par les avenues, restera largement perceptible et qualitative.

Les rues créent des perspectives qui favorisent les perceptions lointaines. Aucune perspective n'axe vers les emprises travaux de l'OA24. Envisagée à certaines étapes du dossier, la construction d'un ouvrage avenue de Paris a été abandonnée permettant d'éviter, outre les impacts sur la perspective depuis le château, ceux sur le site inscrit des quartiers anciens.

Monuments historiques dans le secteur de la Gare de Versailles Chantiers



La rue de Vergennes offre une perspective vers le chantier de la gare Versailles Chantiers, le moulin de Versailles et le coteau depuis la rue de Paris, l'axe de cette rue par rapport à celui de la perspective monumentale de l'avenue de Paris, la présence d'arbres d'alignement limitent cependant les covisibilités entre le château et le chantier.

De même, la rue des Etats Généraux offre une perspective vers la Gare Versailles Chantiers et le coteau, elle n'est toutefois pas parfaitement axée sur la gare. Dans cette rue des covisibilités peuvent exister entre le chantier et les façades du quartier Artois ou l'hôtel des Menus Plaisirs. Ces interrelations visuelles limitées à l'éventuelle grue sont cependant sans trop de conséquences pour les monuments qui restent insérés dans leur contexte urbain de qualité.

L'avenue de Sceaux offre également, depuis la place d'Arme, une perspective monumentale vers la Gare Versailles Chantiers et plus précisément sur l'abreuvoir. Elle est désaxée par rapport aux

emprises travaux et les alignements d'arbres concentrent la perspective, ce qui lui donne de la profondeur mais limite son amplitude.

Ainsi les emprises et installations de chantiers de la gare actuelle Versailles Chantiers et de l'OA24 ne semblent pas avoir d'impact significatif sur les abords de ces monuments malgré leurs localisations dans les périmètres de protection de la gare actuelle Versailles Chantiers, du Domaine National de Versailles, du quartier d'Artois, et des terrains en bordure de l'abreuvoir Louis XIV. Les relations visuelles entre ces monuments historiques et les installations de chantier sont très limitées et seules les grues éventuelles seront visibles ponctuellement depuis ou conjointement un de ces monuments.

Les impacts de ces installations de chantier sur l'aire d'influence visuelle des monuments historiques et notamment sur le Domaine National de Versailles, inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO, sont donc faibles.

Enfin, malgré la recherche de solutions alternatives, la construction de la gare Versailles Chantiers induit la destruction pour la construction du puits et des bâtiments de la gare, lors de la phase chantier, du Centre Huit.

Ce centre paroissial protestant a été considéré comme représentatif du patrimoine architectural culturel du XXème siècle et labellisé par la DRAC le 24/11/2012 « patrimoine du XXème siècle ». La base de donnée Mérimée du ministère de la culture indique « en 1968 la paroisse protestante de Versailles confiée aux architectes Olivier Lesné et Emmanuel Besnard-Bernadac, la construction du Centre Huit, lieu œcuménique destiné à accueillir les activités paroissiales et associatives. Les bâtiments, aux volumes cubiques couverts de toits-terrasses, sont disposés autour d'un patio. Élevées en brique à partir de structures métalliques légères, leurs façades sobres sont seulement rythmées de baies en bandeaux continus. Le patio, entouré d'un auvent porté par de fines colonnettes ouvre sur la salle de culte qui peut également servir de salle de conférence. Celle-ci, au volume plus large que long, est couverte d'une charpente en bois lamellé-collé. Les autres ailes accueillent des salles de réunion, cuisine et salle à manger. »

La construction d'une gare au nord du faisceau ferroviaire n'a pu être retenue car des projets immobiliers intégrant des parkings situés en grande profondeur ne le permettraient pas compte tenu, pour le tunnel de la ligne 18, de la contrainte liée à la pente entre les gares de Satory et Versailles Chantiers. De plus, le décalage entre les travaux en cours de réhabilitation du pôle multimodal (pose d'une seconde passerelle, prolongement du bâtiment voyageurs jusqu'à la seconde passerelle, construction d'une gare routière) et ceux de la gare du Grand Paris Express (quasiment 10 ans) conduisait à reporter les travaux indispensables du pôle multimodal.

La construction d'une gare souterraine sous les voies SNCF de la gare actuelle fragiliserait les voies. De surcroît, la correspondance devrait se faire par émergence sur les quais qui sont protégés (Monuments historiques) et trop étroits pour accueillir les escaliers fixes et mécaniques ainsi que les ascenseurs qui seraient nécessaires.

Lors de premières phases d'étude, la gare du Grand Paris Express était implantée au sud du faisceau, entre les 2 passerelles, ce qui permettait de bien répartir les voyageurs et permettait un temps de correspondance optimum. Un premier déport de la gare vers l'est a été accepté après échanges avec la collectivité pour éloigner le chantier de la gare du jardin des Diaconesses de Reuilly. La correspondance entre la gare du Grand Paris Express et les lignes SNCF s'est alors dégradée, dépassant les 5 minutes. Planter la gare sur les bâtiments SNCF (plus à l'est) conduirait à dégrader encore plus cette correspondance et le voyage des passagers, pénalisant sur

une longue période des millions de voyageurs. De plus, cette solution surchargerait la passerelle actuelle et déséquilibrerait les flux à l'intérieur de la gare et des trains.

Les impacts du projet sur ce bâtiment sont forts et non réversibles puisqu'ils induisent sa destruction. Les usages seront délocalisés. Toutefois, au vu de son caractère non protégé au titre des monuments historiques ou d'une autre réglementation, la préservation de ce monument ne semble pas jugée indispensable par les pouvoirs publics, même au regard de sa qualité architecturale soulignée par sa labellisation.

- **Impact en phase chantier de l'OA23**

L'OA23 est situé dans une clairière de la forêt domaniale de Versailles, en limite du plateau de Satory. Le chemin d'accès depuis la RD 938 offre quelques panoramas sur la ville de Versailles et donc de nombreuses covisibilités avec de nombreux monuments (Château de Versailles et cathédrale Saint-Louis pour les plus identifiées). Cependant la clairière en elle-même est isolée de la ville par la forêt qui se développe sur le coteau nord de la parcelle 17 (cf. carte page précédente).

Cet ouvrage est situé dans le périmètre de protection du Domaine National de Versailles et de l'hôtel particulier appelé maison Collette ou Hôtel de Schonen. L'ouvrage n'est pas situé dans l'axe des perspectives créées par les rues Edouard Charton et Saint-Médéric, les covisibilités seront donc limitées ou lointaines.

Le chantier nécessitera l'abattage de quelques arbres au niveau de la clairière située sur le plateau, ce qui ne devrait pas modifier la perception du coteau. Des grues pourront émerger au-dessus des arbres. Un dossier de demande de défrichement sera réalisé, conformément aux prescriptions du code forestier.

- **Impact en phase chantier de la Gare Satory et de l'OA22**

Les emprises et installations de chantier de cet ouvrage sont situées sur le plateau dans le contexte de la base militaire de Satory. Les installations existantes sur le plateau ne sont pas perceptibles depuis le belvédère de l'orangerie (Parterre du Midi du Château de Versailles) ou des grandes perspectives Nord-Sud (allées Saint-Antoine, allée des Matelots...). C'est le coteau boisé qui ferme la perspective. Toutefois, en fonction de la hauteur de la grue, elle pourrait émerger au-dessus du coteau boisé. Elle n'occuperait qu'une part infime de l'horizon notamment depuis le parterre du midi.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Comme évoqué précédemment, les différentes variantes étudiées et la démarche d'évitement développée lors des études préliminaires ont permis de préserver certains sites ou monuments.

Pour les ouvrages situés dans l'aire d'influence visuelle des monuments historiques (inscrits ou classés) il appartiendra, conformément à la réglementation, à l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) de juger de l'existence de covisibilités problématiques et d'émettre un avis et les prescriptions qu'il jugera nécessaires. Lors des phases de conception ultérieures, l'ABF sera consulté

de manière à faciliter l'instruction des démarches réglementaires complémentaires au présent dossier de Déclaration d'Utilité Publique (permis de construire...).

Toutefois, lors de la phase chantier et pour les gares Versailles Chantiers et Satory ainsi que pour les ouvrages OA22, OA23 et OA24, outre les mesures générales prévues pour limiter les effets sur le paysage, les engins de levages seront optimisés. Les études de maîtrise d'œuvre travailleront à réduire les impacts en phase chantiers. Cela pourrait par exemple se traduire par l'utilisation d'une grue mobile télescopique. Elle est moins haute et offre la possibilité d'être repliée en dehors des périodes d'activité du chantier.

Pour l'ouvrage OA23, afin de maintenir le masque boisé entre le chantier et la ville et d'éviter de renforcer la visibilité du chantier par l'impact fort d'une coupe forestière dans le coteau qui serait réalisée par ailleurs (sans lien avec le projet de la Société du Grand Paris) par l'ONF, la Société du Grand Paris a engagé les discussions avec l'ONF afin d'ajuster les opérations de gestion, d'amélioration ou d'exploitation de la parcelle concernée. Aucune coupe ne sera réalisée sur le flanc nord de la parcelle concernée de la forêt domaniale de Versailles d'ici la fin des travaux de la Société du Grand Paris pour en limiter l'impact éventuel.

Pour la gare Versailles Chantiers, les accès à la Porte de Buc seront maintenus de manière à limiter les désagréments dus au chantier.

EFFETS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

La qualité architecturale de la gare Versailles Chantiers ne sera pas altérée par la phase chantier. Les travaux seront toutefois réalisés à proximité immédiate et modifieront ses abords et les modes de perceptions. Les impacts seront toutefois faibles au regard du contexte (faisceau ferroviaire et gare existante).

La destruction du Centre Huit apparaît inévitable et constitue un impact résiduel fort. C'est pourquoi la Société du Grand Paris a déjà amorcé des discussions avec la communauté protestante unie et la commune de Versailles afin de trouver un lieu adapté de relocalisation du Centre.

L'aire d'influence visuelle des autres monuments historiques et notamment celle du Château de Versailles ne seront pas impactées significativement durant la phase de travaux le principal impact étant l'émergence éventuelle des grues au-dessus des toits ou des arbres.

Afin de garantir la réduction des impacts sur les monuments historiques en phase chantier, le travail débuté avec l'ABF se poursuivra pendant toutes les phases de conception avancée.

3.1.3.3 Impacts et mesures spécifiques à la Vallée de la Bièvre

Les emprises et les installations de chantier situées dans le secteur de la Vallée de la Bièvre sont positionnées en haut de coteau de part et d'autre du site classé. Le tracé étant souterrain, les impacts dans le site classé sont négligeables.

En effet, les emprises et installations de chantier nécessaires à l'OA20 sont situées totalement en dehors du site classé dans une cour ; celles de l'OA21 situées au sommet du coteau Nord sont positionnées essentiellement sur les espaces verts, sur les voiries de Nexter et sur l'accotement du chemin qui marque la limite du site classé. Les premiers tracés d'emprises travaux empiètent aujourd'hui légèrement, d'un point de vue foncier et réglementaire, dans le site classé (quelques dizaines de mètres carrés). Toutefois, ces installations ne concernent que les marges du site et seront optimisées pour éviter ou limiter au maximum l'impact éventuel. Ces installations et les abattages éventuellement nécessaires ne seraient perceptibles qu'au niveau du chemin, qui semble assez peu fréquenté, ou depuis les espaces verts de l'entreprise Nexter dont l'accès est limité. D'un point de vue paysager, ce secteur est plus une transition entre la zone d'activité et le site classé qu'un secteur constitutif et porteur de caractères forts de la vallée.

Même si ces travaux sont considérés comme une modification de l'état des lieux et devront faire l'objet d'une demande d'autorisation spéciale de travaux, les impacts du projet en phase chantier sur la monumentalité du site sont faibles.

Il est possible d'accéder à ce secteur par le site classé et l'étang du Val d'Or, il convient d'organiser les accès pour limiter la circulation dans le site classé et les travaux de mise au gabarit sur la végétation et la voirie.

MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

Lors des phases ultérieures de conception, les optimisations techniques œuvreront à limiter les emprises travaux dans le site classé. Afin de valider les mesures de réduction des impacts sur le site classé de la Vallée de la Bièvre en phase chantier, durant la phase de conception, l'inspecteur des sites et l'ABF seront associés aux différentes étapes du projet.

Si des emprises dans le site classé sont maintenues, dans tous les cas, elles se limiteront au chemin et ne toucheront pas les boisements situés au sud de ce chemin. Afin de parfaire la perception de ces installations dans le site classé au niveau du chemin, le chantier sera parfaitement tenu et clos à l'aide de palissades soignées. A l'issue des travaux, le site sera remis en état et la clôture sera réinstallée et séparera le site classé de la zone où seront aménagées les émergences du projet (hors site classé). Un dossier de demande d'autorisation spéciale de travaux dans le site classé sera également réalisé afin de valider concrètement ces mesures.

EFFETS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

La monumentalité du site classé de la Vallée de la Bièvre ne sera pas modifiée, les impacts temporaires liés à la phase chantier de l'OA21 sont faibles. Les emprises et installations de chantier sont quasiment imperceptibles en dehors des abords immédiats de la zone de travaux.

3.1.3.4 Impacts et mesures spécifiques à la bordure du plateau de Saclay - Mérintaise

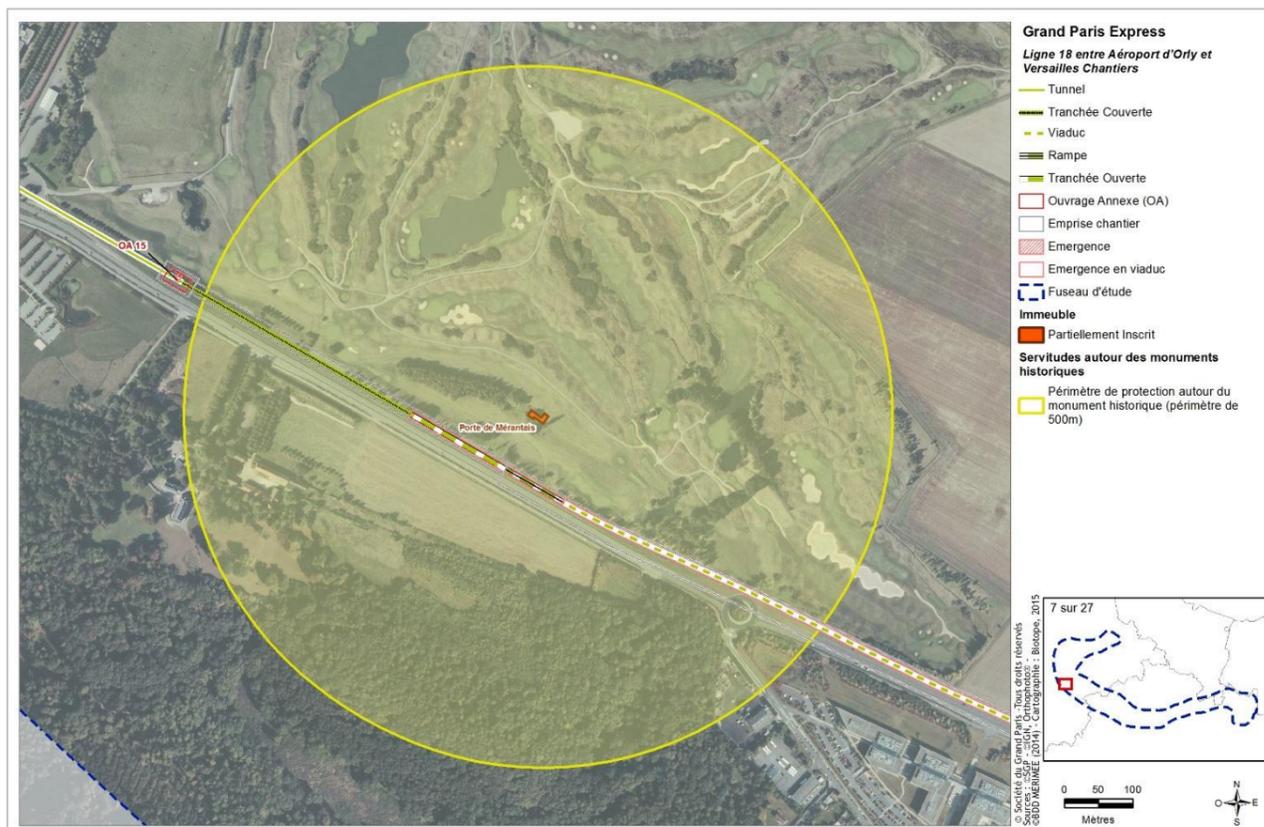
Dans ce secteur, le projet est essentiellement aérien : un ouvrage pour la sortie du tunnelier, une rampe de liaison entre le tunnel et le viaduc et un viaduc. Les emprises et les travaux sont donc plus importants, essentiellement linéaires, à proximité de la RD36.

La justification de la variante retenue est précisée dans la pièce D et la démarche de réduction des effets sur le paysage est développée globalement pour les différents impacts, dans la partie « mesures d'évitement et de réduction » en fin de paragraphe.

- **Impacts sur le secteur de la Mérintaise**

Les travaux seront réalisés dans le périmètre de protection de la Porte de Mérintais (un monument historique partiellement inscrit) et dans certains secteurs du site inscrit de la Vallée de Chevreuse. Les travaux ne concernent pas directement le site classé de la Vallée de la Mérintaise qui intègre l'allée du Domaine de Mérintais (Gérondicap) et la Forêt domaniale de Port Royal qui vient jusqu'à la RD36 à l'entrée ouest de Châteaufort.

Localisation du projet par rapport à la Porte de Mérintais



La porte de Mérintais est l'une des portes de l'ancien Grand parc de Versailles construites par Mansart. La façade et les toitures sont inscrites depuis le 13/02/1989. Elle est actuellement située dans le Golf National de Guyancourt, déconnecté de toute structure permettant d'évoquer l'ancienne clôture du Grand Parc. Elle est essentiellement perceptible depuis la RD36 au niveau de

trouées ménagées dans le merlon paysager ceinturant le golf. Les abords sont végétalisés pour mettre en scène le parcours du golf, mais assez peu structurés pour mettre en valeur le monument. Le merlon paysager forme une séparation entre deux des ensembles paysagers inclus dans les abords du monument historique : le golf d'une part et les abords de la RD36 d'autre part. Les travaux n'auront pas d'effet direct sur le monument en lui-même. Ils impliquent essentiellement l'abattage d'une partie de la végétation, des terrassements importants à la base extérieure du merlon du golf pour créer les tranchées et édifier la rampe. Leur principal impact en phase chantier est d'altérer le contexte de perception du monument depuis la RD36. Les impacts sur les abords du monument historique sont notables, toutefois, ils ne portent pas directement sur l'ensemble paysager dans lequel s'inscrit le monument (le golf). Ainsi, puisque le monument n'est pas directement concerné et au regard de l'importance du monument historique considéré (monument inscrit), les impacts du projet en phase chantier sur le monument et ses abords sont jugés modérés.

Si les ouvrages sont réalisés au nord de la RD36 et donc hors du site inscrit de la Vallée de Chevreuse, durant certaines phases du chantier, une voie de la RD36, partiellement incluse dans le site inscrit, pourra être neutralisée et utilisée. Si cette route est un élément fixe sur lequel s'appuie la délimitation grossière du site inscrit, elle n'est pas un élément constitutif de ce site. Elle permet d'en apprécier les marges qui sont ici en partie urbanisées (Thalès, Hilti...) et assez peu représentatives du site : un ensemble de vallées et secteurs bucoliques au caractère relativement rural, en marge de l'agglomération francilienne.

Les emprises et installations de chantier auront un impact paysager (cf. ci-après) mais un impact faible sur la monumentalité du site inscrit de la Vallée de Chevreuse. Aucune démolition n'est envisagée, la présence de ce site n'est donc pas une contrainte réglementaire.

- **Impacts sur le secteur de Villiers-le-Bâcle**

A partir de la ferme de Voisins-le-Thuit jusqu'au CEA, les emprises et installations de chantier longent de nouveau la RD36 et donc le site inscrit de la vallée de Chevreuse et le périmètre de protection modifié du Château de Villiers-le-Bâcle.

Situé au-delà du parc du château classé, le projet n'a aucun effet direct sur le château classé monument historique ou sur son parc, par ailleurs site classé. Toutefois, le périmètre de protection modifié du monument historique intègre les champs et les remises forestières entre la rigole de Châteaufort et la RD36.

Localisation du projet par rapport au Château de Villiers-le-Bâcle



Les emprises et installations de chantier sont situées au nord de la RD36 qui est l'élément fixe du paysage utilisé pour délimiter le site inscrit de la Vallée de Chevreuse et le périmètre de protection du château. Elle sera en partie neutralisée lors de certaines phases de travaux. Toutefois cette route ne participe pas à la monumentalité de ces sites ou monuments. Par ailleurs, le parc du château est ceinturé par des boisements qui limitent les relations visuelles entre le château et les champs intégrés dans le périmètre de protection. Le site formé par le château et son parc est bien délimité d'un point de vue paysager (cf. site classé), les travaux réalisés au-delà ne sont pas de nature à altérer ces sites ou monuments.

- **Impacts sur le secteur ZAC du Moulon et Vallon de Corbeville**

Une partie de la ZAC du Moulon, située sur la commune d'Orsay, et le vallon de Corbeville sont inclus dans le site inscrit de la Vallée de Chevreuse. Ce secteur est déjà en partie aménagé et les abords des emprises et installations de chantier nécessaires à la construction de la gare Orsay-Gif et du viaduc sont en cours d'aménagement (ZAC du Moulon, franchissement de la N118 par le TCSP).



Aménagement en cours de la ZAC du Moulon et dans le Vallon de Corbeville (Société du Grand Paris)

Les travaux seront donc menés dans des secteurs en mutations, en cours de travaux ou récemment aménagés en fonction du planning de chaque opération. Les impacts seront visuels et paysagers (cf. ci-après) mais ne devraient pas altérer significativement la monumentalité du site de la Vallée de Chevreuse dont les caractéristiques rurales et bucoliques ne sont ici pas caractéristiques et altérées sous la forme d'un campus universitaire structuré par la végétation.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

La variante Nord CEA (cf. pièce D) permet d'éviter les marges du site classé et les éventuelles atteintes à l'écrin boisé du parc du château de Villiers-le-Bâcle.

Pour les ouvrages situés dans l'aire d'influence visuelle des monuments historiques (Porte de Mérentais et Château de Villiers-le-Bâcle) il appartiendra, conformément à la réglementation, à l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) de juger de l'existence de covisibilités problématiques et d'émettre l'avis et les prescriptions qu'il jugera nécessaires.

La Société du Grand Paris a déjà entamé un travail collaboratif avec l'ABF afin d'intégrer au mieux le projet vis-à-vis du patrimoine local.

Lors des phases de conception avancée, il sera également consulté de manière à faciliter l'instruction des démarches réglementaires complémentaires au présent dossier de Déclaration d'Utilité Publique (permis de construire...).

Les mesures générales prévues pour limiter les effets du projet en phase chantier sur le paysage contribueront à limiter les effets du projet sur le site inscrit de la Vallée de Chevreuse.

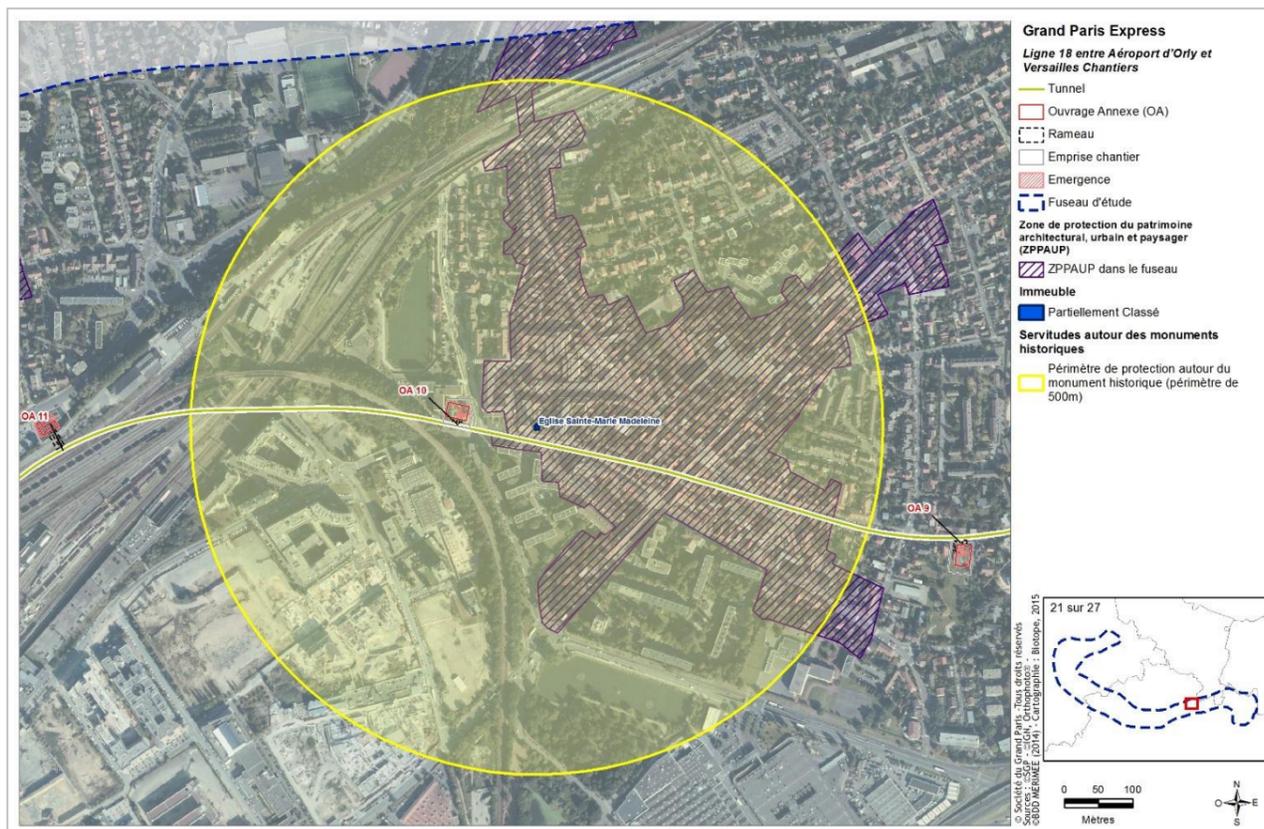
EFFETS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

En phase chantier, les impacts directs sur les monuments historiques et les sites classés sont négligeables. Les impacts en phase chantier sur les abords des monuments historiques (Porte de Mérentais et Château de Villiers-le-Bâcle) apparaissent modérés.

3.1.3.5 Impacts et mesures spécifiques au plateau urbanisé (Massy et Wissous)

L'emprise est située devant la mairie de Massy, avenue du Général de Gaulle, en dehors de la ZPPAUP du Bourg. Bien qu'il existe des possibilités de covisibilité, notamment depuis la rue de la Division Leclerc, les emprises et installations de chantier prendront place dans un contexte urbain relativement moderne et en contrebas d'une voie ferrée. Par ailleurs, le clocher classé est associé à un bâtiment religieux d'architecture moderne dans un tissu urbain également moderne. Les impacts du projet en phase chantier sur les abords de ce monument sont faibles.

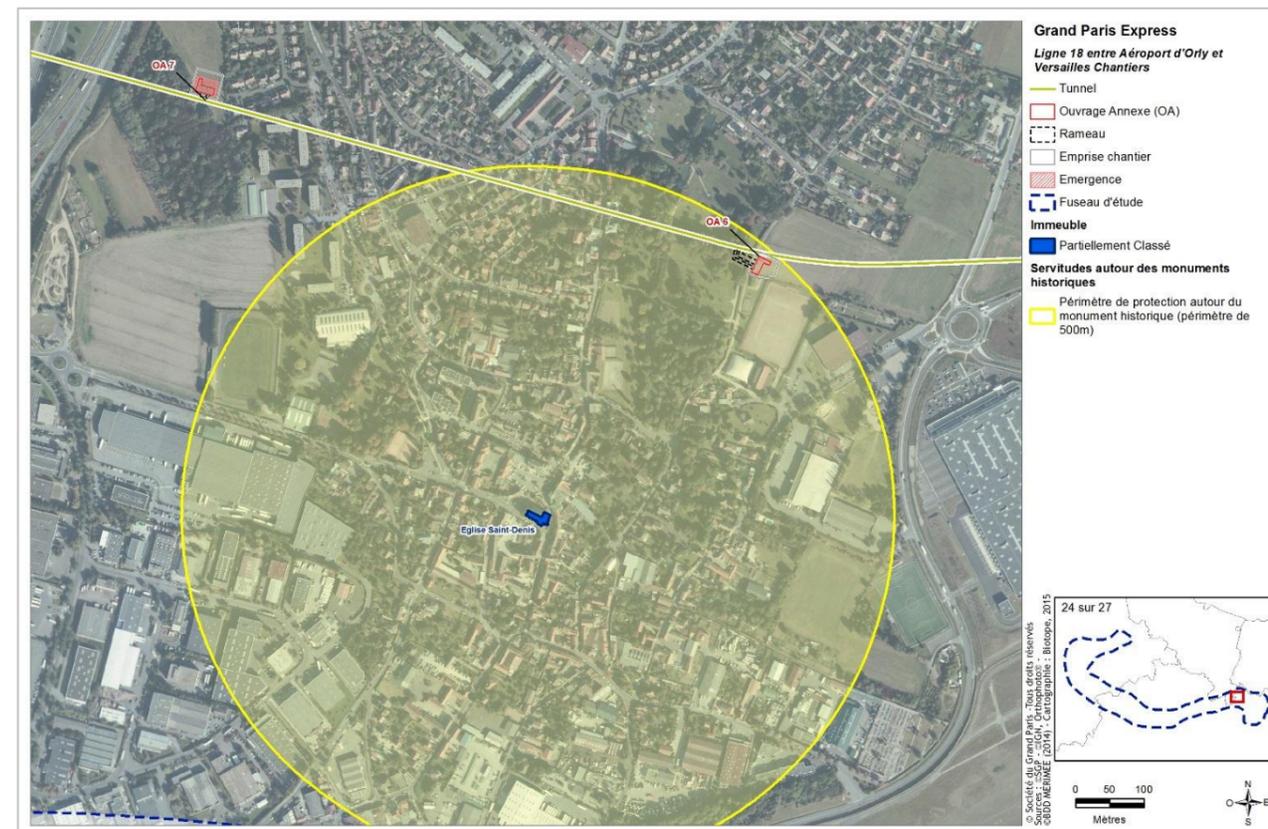
Localisation du projet par rapport à l'église de Massy



La gare Antonypôle est également située à proximité de l'église luthérienne Saint-Marc et de la Synagogue, mais il n'aura aucun impact sur ces bâtiments labellisés patrimoine du XXème siècle par la DRAC.

L'emprise de l'OA6 est située en marge du périmètre de protection de l'église Saint-Denis de Wissous dont le chœur, le clocher et le bas-côté Sud sont classés. L'ouvrage est situé en marge de la zone urbaine derrière le Parc de Montjean. Les covisibilités sont réduites mais existent notamment au niveau de la plaine agricole à l'est. Les installations de chantier apparaîtront toutefois en marge de la zone urbaine, dans un secteur en mutation, elles auront peu d'impact sur la perception de l'église.

Localisation du projet par rapport à l'église de Wissous



MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Pour l'ouvrage (OA6) situé dans l'aire d'influence visuelle du monument historique (Eglise Saint-Denis de Wissous), bien que les interrelations visuelles apparaissent faibles, il appartiendra, conformément à la réglementation, à l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) de juger de l'existence de covisibilités problématiques et d'émettre l'avis et les prescriptions qu'il jugera nécessaires. La Société du Grand Paris travaille avec l'ABF afin d'intégrer au mieux le projet vis-à-vis du patrimoine local.

Lors de phases de conception, il sera consulté de manière à faciliter l'instruction des démarches réglementaires complémentaires au présent dossier de Déclaration d'Utilité Publique (permis de construire...).

Les mesures générales prévues pour limiter les effets du projet en phase chantier sur le paysage contribueront à limiter les effets du projet sur le site inscrit.

EFFETS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

En phase chantier les impacts directs sur les monuments historiques sont nuls. Les impacts en phase chantier sur les abords des monuments historiques apparaissent faibles également.

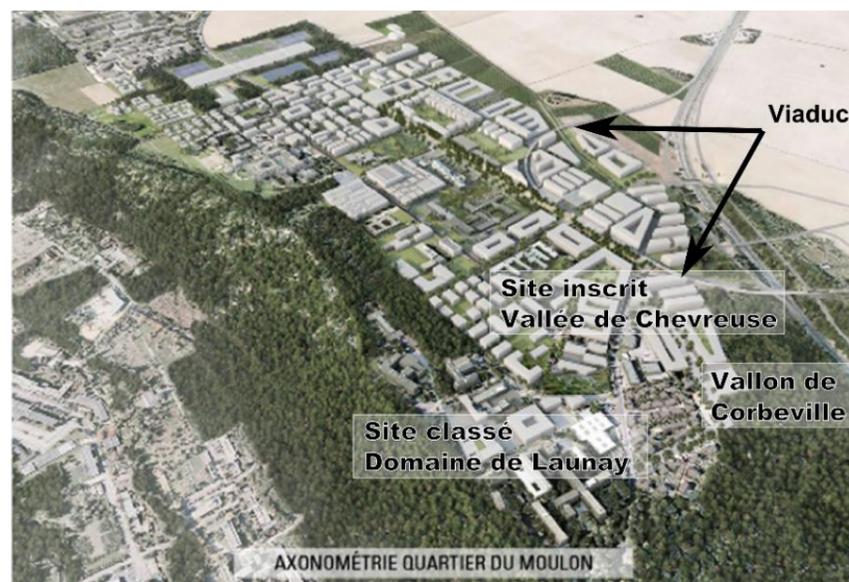
3.1.4. Impacts et mesures en phase exploitation sur les sites et monuments protégés

3.1.4.1 Impacts généraux et mesures sur les sites et monuments protégés

Au regard des analyses développées précédemment, il apparaît qu'en phase exploitation très peu d'ouvrages impactent les sites et monuments protégés.

Les émergences des ouvrages annexes, limitées à des grilles ou des trappes au sol, n'auront aucun effet sur les monuments et les sites d'autant que les émergences de l'OA21 seront aménagées en dehors du site classé de la Vallée de la Bièvre. La gare Satory s'intégrera dans le contexte urbain du plateau sans émerger, depuis Versailles, au-dessus du coteau de Satory. Toutefois la gare Versailles Chantiers jouxte le bâtiment actuel de la gare (monument historique inscrit) et s'inscrit dans le périmètre de protection de plusieurs monuments historiques (terrains en bordure de l'abreuvoir Louis XIV, Quartier d'Artois). Les covisibilités avec ces monuments semblent limitées puisque les rues n'axent pas parfaitement vers la gare et le bâtiment de la nouvelle gare n'émergera pas derrière le bâtiment de la gare existant. Le Centre Huit ayant été détruit en phase travaux, le projet n'a plus véritablement d'impact en phase exploitation (cf. illustrations au chapitre précédent).

Le viaduc aménagé au nord de la RD36 (Magny-les-Hameaux, Châteaufort) sera, dans ce secteur, en dehors du site inscrit de la Vallée de Chevreuse, du site classé de la Vallée de la Méranthaise, du site classé et du périmètre de protection du Château de Villiers-le-Bâcle. Il traversera, en revanche, le site inscrit de la Vallée de Chevreuse au niveau de la ZAC du Moulon et le Vallon de Corbeville. Comme évoqué précédemment, le viaduc s'inscrit à ce niveau dans un secteur en cours d'aménagement. Le parti d'aménagement de la ZAC qui intègre le viaduc, la démarche de conception et d'intégration paysagère du viaduc permettent de limiter les impacts du viaduc sur ce site.



Traversée du quartier Moulon par le Viaduc (illustration EPPS)

Pour la section entre Orly et Palaiseau, l'OA11 est situé en dehors de la ZPPAUP et l'OA6 est en marge du périmètre de protection du monument historique. Même si des covisibilités avec l'église de Wissous sont envisageables, l'émergence sera quasi imperceptible et n'est pas de nature à altérer les abords du monument historique.

Ainsi, seule la gare Versailles Chantiers et les ouvrages aménagés dans le périmètre de protection de la porte de Méranthais sont susceptibles d'avoir un impact sur les sites et monuments historiques en phase d'exploitation.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Comme en phase travaux, pour les ouvrages situés dans l'aire d'influence visuelle des monuments historiques (Domaine National de Versailles et autres monuments historique de Versailles, église de Wissous) il appartiendra, conformément à la réglementation, à l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) de juger de l'existence de covisibilités problématiques et d'émettre l'avis et les prescriptions qu'il jugera nécessaire. Lors de phases de conceptions, il sera consulté de manière à faciliter l'instruction des démarches réglementaires complémentaires au présent dossier de Déclaration d'Utilité Publique (permis de construire...).

Les mesures générales prévues pour limiter les effets du projet en phase chantier sur le paysage contribueront à limiter les effets du projet sur le site inscrit de la Vallée de Chevreuse dans la traversée de la ZAC du Moulon et du Vallon de Corbeville.

EFFETS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Les impacts du projet sur les abords des monuments historiques de Versailles (hormis la gare protégée de Versailles Chantiers), Massy et Wissous sont faibles.

Le projet n'a aucun impact sur les sites classés en phase exploitation.

Les impacts du projet sur le site inscrit de la Vallée de Chevreuse est modéré puisqu'il s'inscrit dans le cadre de l'aménagement de la ZAC du Moulon et plus généralement du sud du plateau de Saclay.

3.1.4.2 Impacts spécifiques et mesures à la gare Versailles Chantiers

La gare Versailles Chantiers du Grand Paris Express sera aménagée en continuité de la gare actuelle. La charte paysagère et architecturale développée pour les gares (cf. chapitre relatif au paysage) permet de garantir sa qualité architecturale et celle de ses abords.

Comme évoqué lors de l'évaluation des impacts en phase chantier, le bâtiment de la gare actuelle ne sera pas modifié, les deux gares seront interconnectées au niveau de l'actuel accès porte de Buc et au niveau d'une passerelle d'accès aménagé plus à l'Ouest lors de l'aménagement et la restructuration du pôle d'échange.

La création de la nouvelle gare et la restructuration de l'accès porte de Buc permettra de renforcer cet accès, de limiter les vues sur les ateliers SNCF. Les impacts de l'aménagement de la nouvelle gare sont, dans ce cas-là, plutôt positifs sur les abords du monument historique.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

La charte paysagère et architecturale développée permet de garantir une certaine qualité architecturale pour la gare et ses abords.

Il appartiendra, conformément à la réglementation, à l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) de juger de l'existence de covisibilités problématiques et d'émettre l'avis et les prescriptions qu'il jugera nécessaire. Lors de phases de conception, il sera consulté de manière à faciliter l'instruction des démarches réglementaires complémentaires au présent dossier de Déclaration d'Utilité Publique (permis de construire...).

EFFETS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

L'impact du projet sur le bâtiment actuel de la gare Versailles Chantiers (monument historique inscrit) est faible, l'impact sur les abords plutôt positif.

3.1.4.3 Impacts et mesures spécifiques à la porte de Mérentais

Les ouvrages du projet seront aménagés entre le merlon paysager du Golf National de Guyancourt et la RD36. Ils ne touchent donc pas directement le monument et ne modifient pas l'ensemble paysager dans lequel la porte s'inscrit, à savoir les espaces paysager du golf. En effet, les ouvrages sont situés à l'extérieur du golf, plus dans l'accotement de la route que dans l'ensemble paysager que forme le golf.

Localisation des ouvrages au niveau de la Porte de Mérentais



La porte de Mérentais est située au niveau de l'ouvrage de transition entre le tunnel et le viaduc. Cet ouvrage (une tranchée ouverte et une rampe formant la culée du viaduc) vient s'intercaler entre la RD36 et les trouées ménagées dans le merlon paysager du golf et qui ouvre des perspectives vers la porte. En phase exploitation, la clôture au niveau de la tranchée ouverte ou les murs de la rampe (cf. simulation ci-après) viendront limiter les vues sur la porte depuis la RD36. En revanche, le métro offrira un nouveau point de vue aux usagers du métro dont l'attention pourra être plus facilement captée que celle des conducteurs usagers de la route.

Simulation des ouvrages à proximité de la porte du Mérentais depuis la RD36 (Evocation 3D à titre illustratif – document non contractuel – © Babylone d'après © Google Earth)



Ainsi les modes de perception de la Porte de Mérentais sont modifiés, mais ses abords et notamment l'ensemble paysager dans lequel elle s'inscrit ne sera pas directement touché. L'impact du projet sur ce monument historique modeste est modéré.

MESURES D'EVITEMENTS ET DE REDUCTION

L'Architecte des Bâtiments de France (ABF) est associé aux démarches de conception. La démarche architecturale et paysagère menée dans le cadre des démarches ultérieures de conception et d'intégration des ouvrages (cf. chapitre relatif au paysage) devrait permettre d'optimiser l'intégration paysagère des ouvrages et donc limiter les effets du projet sur les abords de la Porte de Mérentais.

Le programme des architectes et paysagistes en charge de ce travail pourra notamment intégrer le principe de remodelage du merlon du golf et le renforcement de la végétation des merlons (alignements et bosquets). Une partie de ces plantations pourra être anticipée (pré verdissage) en accord avec le gestionnaire du golf.

Il appartiendra, conformément à la réglementation, à l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) de juger de l'ampleur des effets du projet sur les abords du monument et d'émettre l'avis et les prescriptions qu'il jugera nécessaires. Lors de phases de conception avancée, il sera consulté de manière à faciliter l'instruction des démarches réglementaires complémentaires au présent dossier de Déclaration d'Utilité Publique (permis de construire...).

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Les impacts directs du projet sur le monument historique « Porte de Mérentais » sont nuls. Le monument est préservé.

Une fois les mesures d'insertions paysagères mises en œuvre, en phase exploitation, les impacts indirects du projet sur les abords de ce monument historique sont modérés.

3.1.5. Synthèse des impacts et mesures concernant les sites et monuments patrimoniaux

En phase chantier, certains travaux prendront place à proximité du bâtiment protégé de la gare de Versailles Chantiers, dans le périmètre de protection de plusieurs monuments historiques dont celui du Domaine National de Versailles ou de la Porte de Mérançais. Parmi les sites, seul le site classé de la Vallée la Bièvre et le site inscrit de la Vallée de Chevreuse seront concernés par des emprises et installations de chantier.

Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Vallée de la Bièvre, coteau de Satory, ZPPAUP de Massy, site classé du Château de Villiers-le-Bâcle, secteur sauvegardé de Versailles, site inscrit quartiers anciens à Versailles...	Dégradation des sites, monuments et/ou abords	Optimisation du projet et choix des variantes dont tracé partiellement en souterrain	Nul ou faible	-	-	Intégrés aux démarches de conception et de concertation du projet
Périmètre de protection du Domaine National de Versailles et d'autres monuments historiques à Versailles	Modification des abords de monuments historiques	<u>Phase études et chantier</u> Association de l'ABF aux démarches de conception Optimisation des engins de levage Limitation des coupes et abattage	Faible	-		
Abords la gare Versailles Chantiers	Modification des abords de monuments historiques	<u>Phase études et chantier</u> Association de l'ABF aux démarches de conception Maintien de l'accès porte de Buc <u>Phase exploitation</u> Charte paysagère et architecturale	Faible sur le monument, positif sur les abords			
Centre Huit	Destruction		Fort	Recherche de relocalisation sur la commune	-	
Vallée de la Bièvre	Quelques emprises travaux en marge du site classé	<u>Phase études et chantier</u> Optimisation des emprises travaux, en collaboration avec l'ONF Association de l'ABF et de l'Inspecteur des sites aux démarches de conception Chantier faible nuisance <u>Phase exploitation</u> Intégration des émergences hors site classé et remise en état du site	Faible	-		
Bordure du plateau de Saclay, Mérançaise	Modification des abords de la Porte de Mérançais et du site inscrit Vallée de Chevreuse	<u>Phase études et chantier</u> Consultation de l'ABF Chantier faible nuisance <u>Phase exploitation</u> Intégration paysagère des ouvrages	Modéré	-		
Plateau urbanisé Massy et Wissous	Modification des abords des églises monuments historiques	<u>Phase études et chantier</u> Consultation de l'ABF Chantier faible nuisance <u>Phase exploitation</u> Intégration paysagère des ouvrages	Faible	-	-	

Légende : Impact résiduel nul/négligeable Impact résiduel faible Impact résiduel modéré Impact résiduel fort Impact résiduel positif

3.2. Patrimoine archéologique

3.2.1. Rappel des enjeux liés au patrimoine archéologique

En l'état actuel des connaissances, les enjeux liés à l'archéologie se localisent essentiellement sur la section Palaiseau – Magny-les-Hameaux qui traverse de nombreux sites de vestiges connus et des périmètres de saisine même si, sur certaines zones, les prescriptions archéologiques ont été levées suite aux études menées lors des projets de l'EPPS.

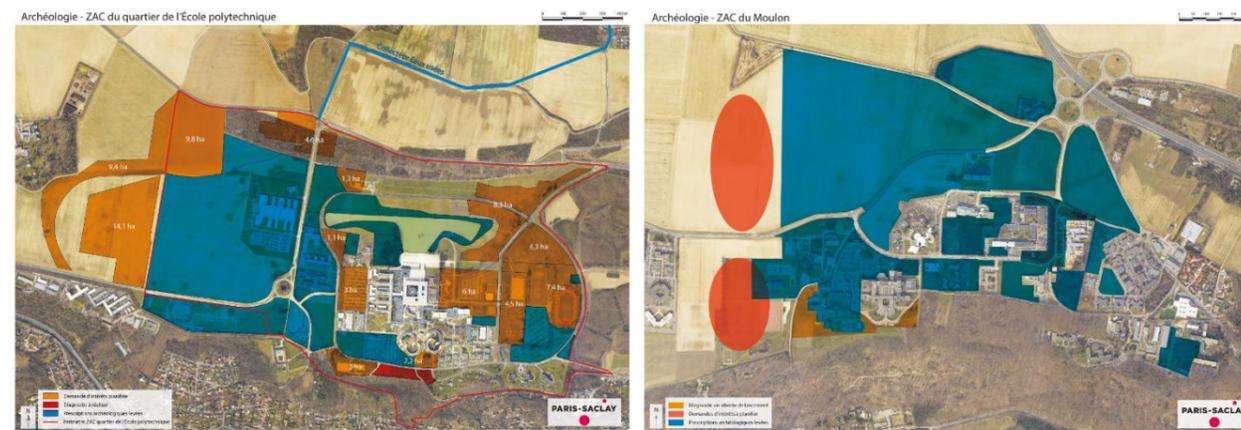
Sur les communes de Wissous et Massy, certains vestiges connus sont situés à proximité des ouvrages.

Ailleurs, si rien n'indique la présence de patrimoine archéologique, la présence de vestiges ponctuels ou une occupation ancienne comme à Versailles ne permet pas d'écarter la présence de patrimoine archéologique.

3.2.2. Impacts et mesures en phase chantier sur le patrimoine archéologique

Les impacts du projet sur le patrimoine archéologique sont liés à la phase chantier. Les terrassements et les travaux peuvent détruire certains vestiges ou tout du moins les rendre inexploitable d'un point de vue scientifique :

- à Versailles et Guyancourt, le projet est essentiellement souterrain et les emprises liées aux émergences sont très ponctuelles en dehors des zones où des vestiges archéologiques ont été identifiés, essentiellement dans des zones urbanisées où les terrains ont été remaniés mais où des occupations anciennes préexistantes peuvent exister (centre ancien de Versailles) ;
- à Magny-les-Hameaux et Châteaufort, les emprises des travaux ne concernent pas directement les secteurs où des vestiges ont été signalés par le passé. La porte de Mérentais et le site dit « les marinières » (à Châteaufort) sont signalés à proximité des emprises ;
- au nord de Villiers-le-Bâcle, le projet concerne des occupations anciennes (vestiges connus) et une zone de présomption de prescriptions archéologiques pour la protection d'un site antique et médiéval ;
- de Palaiseau au CEA, l'ensemble du plateau de Saclay est identifié comme une zone de présomption de prescriptions archéologiques. Des vestiges sont également signalés. Toutefois, une partie de la ZAC des Moulon et la ZAC de Polytechniques ont déjà été diagnostiqués et les prescriptions archéologiques levées. Des enjeux peuvent donc persister entre le CEA et le Petit Saclay, au niveau de la plaine de Corbeville, à l'ouest et au nord de la ZAC Polytechnique (cf. zones rouges et oranges des figures ci-contre), notamment au niveau des emprises du site de maintenance.



En bleu les zones où les prescriptions archéologiques ont été levées suite aux diagnostics et fouilles réalisées dans le cadre des projets de l'établissement public Paris-Saclay (EPPS)

- à Massy, les emprises de l'OA10 sont situées au niveau de vestiges connus du vieux château, d'autres vestiges sont éventuellement encore présents. Les emprises de l'OA9, bien que dans un secteur urbanisé, ne sont pas très éloignées du centre ancien de Massy où d'autres vestiges ont été signalés.
- le tunnel recoupe à Antony la voie dite de Paris à Orléans certainement suffisamment en profondeur pour ne pas impacter ce vestige.
- à Wissous, les emprises des OA4 et 5 évitent les vestiges connus. La présence de ces vestiges souligne toutefois des occupations anciennes dans ce secteur.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Dans le cadre de la démarche d'archéologie préventive, le Service Régional de l'Archéologie sera saisi au plus tard dans le cadre de l'instruction du dossier d'étude d'impact. Il lui appartient, au regard des travaux prévus, de prescrire des diagnostics archéologiques dans certains secteurs et éventuellement des fouilles.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURE DE COMPENSATION

Il n'est donc pas possible à ce stade d'évaluer les impacts résiduels du projet mais les mesures prévues dans le cadre des prescriptions archéologiques (diagnostics, fouilles puis éventuellement prescriptions sur le projet) permettront de limiter les impacts du projet.

L'absence d'indice de présence de vestiges archéologiques, même après la réalisation d'un diagnostic, ne permet pas d'exclure totalement la présence de vestiges.

Pendant la phase de travaux, les conducteurs de travaux et les chefs d'équipe seront sensibilisés et en cas de découverte fortuite, le chantier sera interrompu. Conformément à la réglementation, le SRA sera tenu informé par le maître d'ouvrage de cette découverte fortuite, évaluera les enjeux et pourra prescrire les mesures de conservations nécessaires.

3.2.3. Impacts et mesures en phase exploitation sur le patrimoine archéologique

En phase d'exploitation, aucun mouvement de terre (terrassement, érosion ...) ne sera induit par le projet. Il n'a donc aucun effet sur le patrimoine archéologique.

Par conséquent, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est mise en œuvre. Aucune mesure de suivi n'est donc mise en place.

3.2.4. Synthèse des impacts et mesures liés au patrimoine archéologique

Le plateau de Saclay et différents autres secteurs sont connus pour abriter des vestiges archéologiques. La démarche d'archéologie préventives ou le régime des découvertes fortuites permettent de réduire les impacts du projet qui seront ainsi faibles à modérés.

A ce stade, le coût des mesures liées à l'archéologie préventives ne sont pas connus.

Les diagnostics, sauf s'ils sont réalisés dans le cadre d'une saisine anticipée, seront financé par la taxe sur l'archéologie préventive.

Le coût des fouilles éventuelles ne sont à ce stade pas évaluables.

Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Emprises ponctuelles des gares et ouvrages annexes Emprise du Viaduc et du SMR	Risque d'altération de vestiges archéologiques	Archéologie préventives et prescriptions archéologiques (diagnostics, fouilles, mesures conservatoires) Sensibilisation des entreprises de travaux et respect de la réglementation sur les découvertes fortuites	Faible à modéré	Non concerné	Non concerné	Non connu
Emprises du viaduc ZAC du Moulon ou de polytechnique		Prescriptions archéologiques levées dans le cadre des projets de l'EPPS	Nul	Non concerné	Non concerné	Non connu

Légende :

Impact résiduel				
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

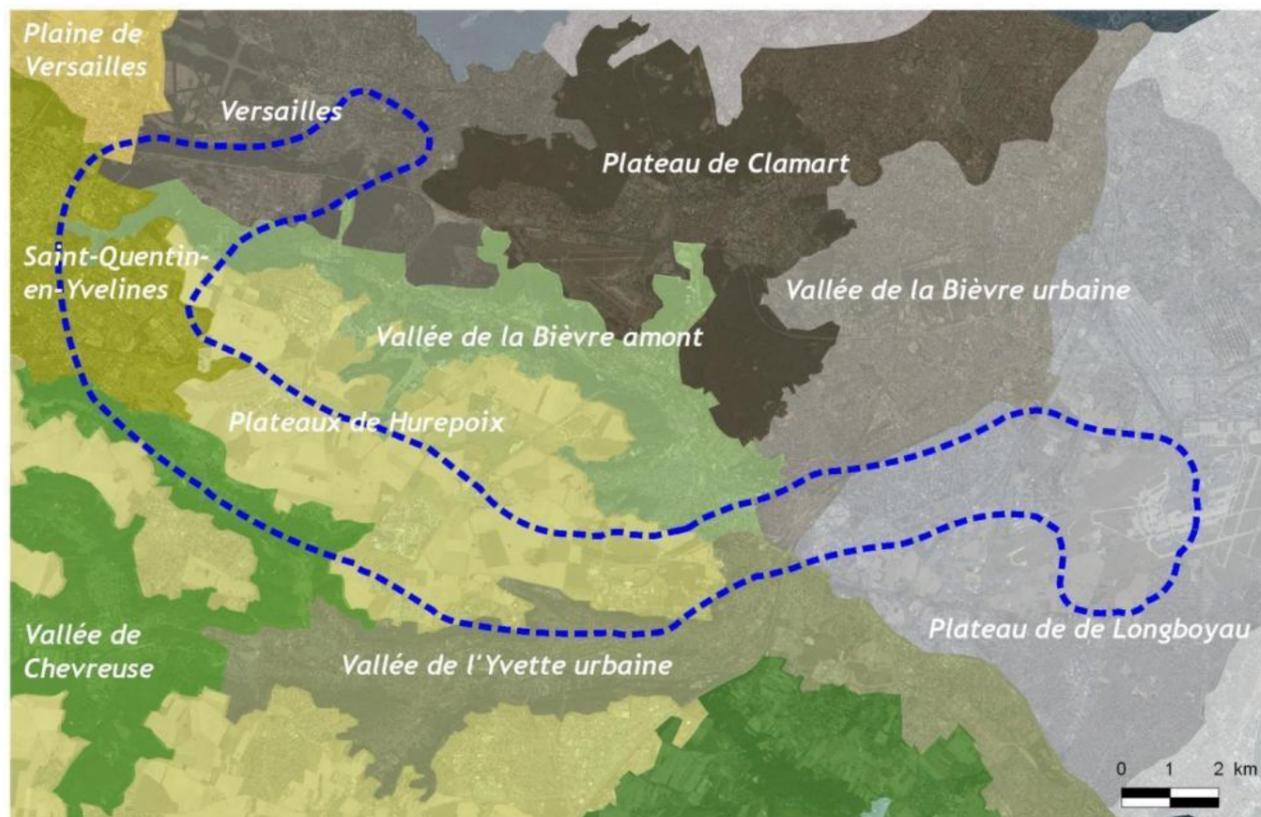
4. Paysage

4.1. Généralités vis-à-vis des impacts sur le paysage

4.1.1. Rappel des enjeux liés au paysage

La Ligne 18 s'inscrit dans **deux grands territoires ou « Pays »** :

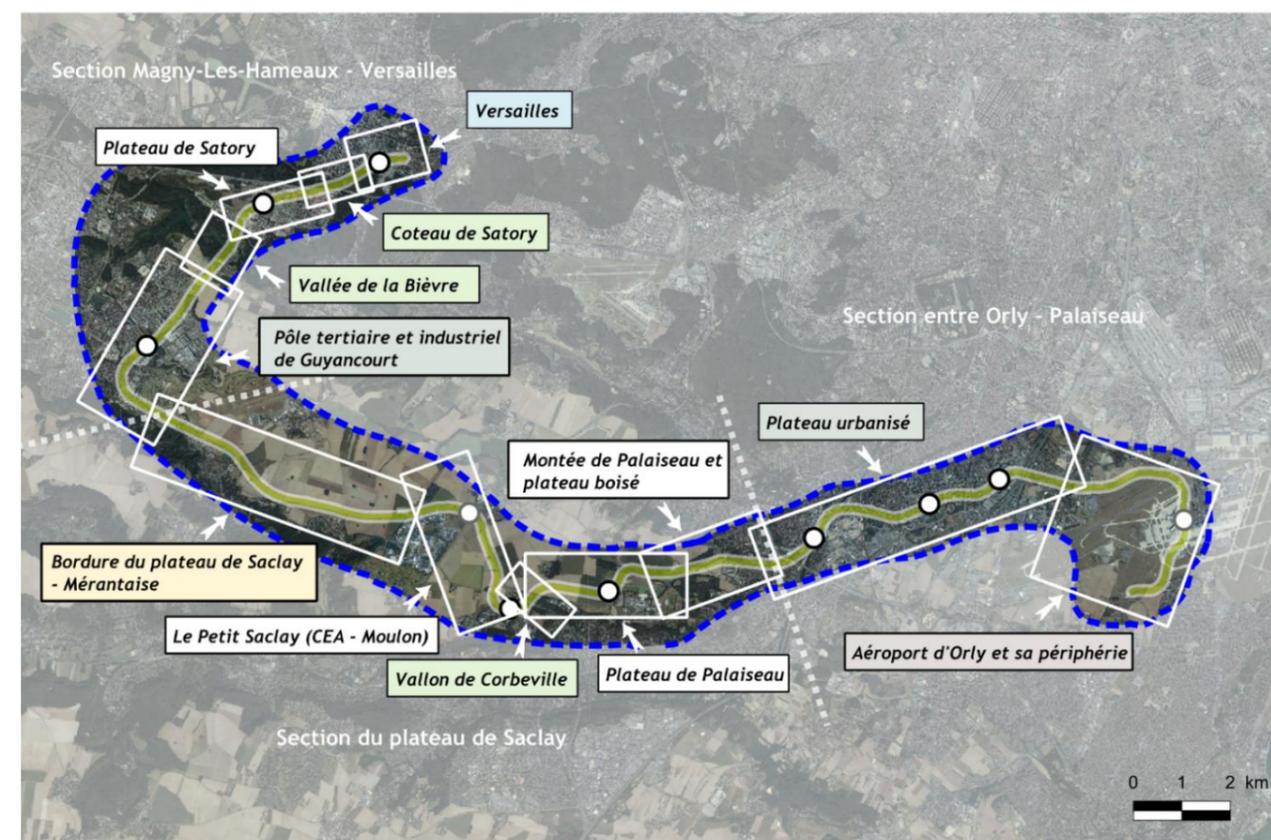
- L'agglomération de Paris avec ses trois grands ensembles paysagers : le plateau de Longboyau et la vallée de la Bièvre urbaine à l'Est d'une part et d'autre part l'agglomération de Versailles à l'Ouest ;
- Le Hurepoix – Yvelines au centre du tronçon avec ses vallées (Vallée de la Bièvre, Vallée de la Mérantaise rattaché à l'ensemble paysager de la Vallée de Chevreuse, Vallée de l'Yvette...) et ses plateaux (plateau de Saclay essentiellement) en partie urbanisés (ensemble paysager de Saint-Quentin-en-Yvelines).



Grands ensembles paysagers concernés par le fuseau d'étude de la ligne 18
(Biotope d'après IAURIF)

Dans ce contexte, le projet traverse **différentes séquences** :

- Un paysage ouvert aux vues larges marqué par les activités aéroportuaires (Orly) ;
- Des tissus urbains mixtes (habitations et activités) et denses (plateau urbanisé de Wissous à Palaiseau et pôle tertiaire et industriel de Guyancourt) ;
- Des tissus agricoles et urbains hétérogènes en cours d'aménagement ou de restructuration (plateau de Satory, secteur du Petit Saclay, plateau et montée de Palaiseau) ;
- Un paysage de transition entre le plateau de Saclay et la vallée de la Mérantaise ;
- Des escarpements boisés structurant pour le territoire (coteau de Satory, vallée de la Bièvre, vallon de Corbeville) ;
- Un tissu urbain dense dans un contexte patrimonial fort (Versailles).



Les différentes séquences existantes à l'échelle du fuseau d'étude de la ligne 18

Les secteurs les plus sensibles sont le paysage des vallées protégées (vallée de la Bièvre principalement et vallée de la Mérantaise) et le paysage du plateau de Saclay chargé de symboles forts entre patrimoine et modernisme, entre technicité et naturalité, entre préservation de l'activité agricole et développement urbain et scientifique.

Le paysage de transition, à la charnière entre la Vallée de la Mérantaise et le Plateau de Saclay est également sensible. Constitué d'espaces arborés (forêts et boisements, parcs et jardins, merlons paysagers), de bourgs et de leurs extensions (lotissements, bâtiments tertiaires...), du golf national

et de la RD36, il appartient à deux des ensembles paysagers les plus sensibles. C'est à la fois l'arrière-plan des vues depuis la zone agricole au Nord, le prolongement du coteau boisé depuis le coteau sud de la Vallée de la Mérantaise et un secteur privilégié pour percevoir l'espace agricole vers le nord.

Les abords de l'Aéroport d'Orly, aux vues dégagées vers la plaine de Montjean notamment, et les zones d'Orly à Palaiseau ou de Guyancourt présentent assez peu de sensibilité du fait du tissu urbanisé et agricole mité.

4.1.2. Principes d'analyse et typologie des impacts potentiels

En matière de paysage, l'analyse des effets potentiels du projet de la Ligne 18 consiste en l'analyse des modifications de la composition paysagère (structure du paysage, nature et organisation des motifs paysagers), des modes de perceptions par les riverains ou les visiteurs, et éventuellement de l'identité du territoire qu'elle traverse. Il s'agit donc d'effets visuels mais aussi d'effet sur la perception sociale et la représentation du territoire.

La nature et l'importance des impacts sur le paysage dépendent des caractéristiques techniques du projet et de la nature des paysages traversés. La Ligne 18 prévoit la réalisation d'une partie en aérien entre Palaiseau et Magny-les-Hameaux. Les effets du projet y sont donc vraisemblablement plus importants que pour les sections souterraines du projet où les émergences (gares souterraines, ouvrages annexes, ...) sont plus localisés et s'insèrent majoritairement au cœur de quartier urbain.

Ainsi les chantiers sont souvent plus acceptables (et acceptés) dans un tissu urbain industriel, dans un tissu urbain mixte artisanal et commercial. Dans un tissu résidentiel, les habitants sont attentifs au paysage, notamment dans les ensembles urbains anciens ou très structurés par la végétation, mais surtout au maintien de leur cadre de vie. Cette notion est d'ailleurs plus vaste que la notion de paysage et intègre plus particulièrement les nuisances éventuelles (bruits, poussières, impact sur la circulation...).

Les impacts en phase chantier étant temporaires, ils n'induisent généralement pas de mutation de l'identité ou des représentations du territoire

4.1.3. Impacts et mesures en phase chantier sur le paysage

4.1.3.1 Impacts généraux en phase chantier et mesures

En phase chantier, les effets visuels sont principalement liés:

- aux emprises nécessaires aux travaux de réalisation des puits, des gares, ouvrages annexes, viaduc et site industriel ;
- aux aires de stockage des matériaux extraits des terrassements des ouvrages sur les bases chantiers;
- aux aires de stockage des machines, des outils, etc. ;
- aux locaux dédiés au personnel ;
- à la circulation des engins sur les zones de travaux et sur les voies d'acheminement.

Sur les sections Aéroport d'Orly – Palaiseau (exclu) et de Guyancourt à Satory, le contexte étant essentiellement urbain (résidentiel ou industriel), les effets visuels du projet sont souvent limités par la présence des immeubles voisins ou de la végétation (alignements urbains, parcs et jardins...). Toutefois, les travaux s'insérant dans un tissu urbain dense, leurs abords sont généralement très fréquentés et sensibles aux nuisances des chantiers (bruits, poussières, modification de la circulation...). Ces nuisances traitées spécifiquement dans des chapitres dédiés de la présente étude peuvent cependant agir sur la perception du paysage d'une manière globale.

En phase chantier, le besoin de foncier est important ; le projet est donc susceptible de modifier l'usage du sol et de dégrader temporairement l'environnement local (coupe d'alignement d'arbre, utilisation d'espace public type jardin...).

Au niveau du Plateau de Saclay ou dans certains secteurs, les chantiers seront perceptibles car situés en milieu principalement ouvert. Pour la construction du viaduc, les chantiers s'organiseront le long du linéaire du tracé en fonction de l'avancement de sa réalisation, ils sont « mobiles » contrairement aux bases chantier fixes des gares et autres ouvrages. Les effets sont donc plus modérés.

L'organisation des chantiers fera l'objet d'une attention particulière afin de conserver la perspective paysagère.

Les impacts globaux du projet sur le paysage, en phase chantier sont considérés comme faibles, localisés au niveau des émergences (gares, ouvrages annexes, atelier de maintenance).

Dans certains sites ou secteurs plus sensibles (plateau agricole, ensemble remarquable, parcs et jardin ...) les impacts en phase chantier peuvent être plus importants. Ils sont spécifiquement détaillés ci-après pour chaque séquence paysagère en parallèle des impacts en phase exploitation.

MESURES D'EVITEMENTS ET DE REDUCTION GENERALES

Les différentes démarches menées lors de l'élaboration du projet ont permis de réduire un certain nombre d'impact sur le paysage par le choix des variantes de tracé, de méthodes constructives, de localisation des gares ou des ouvrages. L'analyse multicritère et la prise en compte du paysage est présenté au chapitre de la présente étude « *Esquisse des principales solutions examinées et raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu* ».

Les mesures de réduction, dans la mesure du possible de la durée de travaux, l'organisation de la gestion des chantiers, la réduction des nuisances par l'application de la charte environnement de chantiers et l'intégration des prescriptions correspondantes dans les marchés des entreprises permettent d'améliorer l'acceptabilité du chantier et donc de limiter les impacts paysagers.

La Société du Grand Paris accompagnera ces chantiers par la mise en place de supports d'informations adaptées aux différentes phases de travaux (panneaux, plaquettes, site internet...). Les riverains pourront ainsi suivre l'avancée des travaux et mieux appréhender les nuisances potentielles et modifications de la perception de ces espaces.



Exemple de principes graphiques et rédactionnels de la signalétique (Société du Grand Paris)

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Les impacts résiduels de la phase chantier sont évalués au travers des impacts en phase exploitation.

4.1.3.2 Impacts et mesures spécifiques en phase chantier lié au projet en souterrain

Pour les sections où le projet est essentiellement souterrain (section entre Orly et Palaiseau et section entre Magny-les-Hameaux et Versailles), les emprises et les installations de chantier sont d'ampleur très réduite à l'échelle des ensembles paysagers que représentent chaque quartier ou séquence paysagère. Par ailleurs, les effets sur les paysages (effets visuels et effets sur la perception) sont donc réduits par rapport à des variantes de tracés en aérien. Les impacts paysagers sont donc limités et se situent au niveau des ouvrages (gares et ouvrages annexes). Les impacts spécifiques à chaque séquence paysagère et les mesures associées sont détaillées ci-après.

- **Séquence « Aéroport d'Orly et sa périphérie » - OA1 à OA6**

Le **complexe aéroportuaire** est assez peu sensible paysagèrement en phase chantier puisqu'il est, pour la plupart des observateurs (travailleurs ou usagers de l'aéroport), difficile de distinguer les activités d'exploitation et les activités de chantier. Les terminaux, voies d'accès et parkings sont particulièrement fréquentés mais essentiellement par des gens de passage.

La gare Aéroport d'Orly est hors du périmètre d'enquête de la présente étude, elle aura été aménagée lors des travaux de la Ligne 14 Sud.

Concernant les autres ouvrages implantés sur ce secteur (OA1 et OA2), les enjeux paysagers sont relatifs à la qualité des espaces d'accompagnement des installations aéroportuaires peu qualitatives (parking, pistes). Ces enjeux sont faiblement perceptibles par le public. Un soin minimum apporté à

la tenue du chantier et à ses abords immédiats permettra de limiter les effets du projet (cf. mesures générales).

Dans le secteur de la **plaine de Montjean**, le paysage agricole est largement ouvert. Les emprises et installations de chantier nécessaires aux ouvrages (OA3, OA4, OA5, OA6) seront donc visibles notamment depuis la route RD167A pour les deux derniers précités. Toutefois la perception de ce paysage est largement altérée par le contexte urbain : proximité de l'aéroport, franges urbaines déstructurées...

Le chantier contribue, pour la période des travaux concernée, à « l'altération » de ces secteurs mais, compte tenu des caractéristiques de la zone, l'impact du chantier est considéré comme modéré.

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

Aéroports de Paris, le gestionnaire de l'aéroport, a été consulté en amont sur les possibilités et la compatibilité d'implantation des ouvrages sur la plate-forme aéroportuaire. Le chantier et la gestion des co-activités éventuelles seront organisés en lien avec Aéroports de Paris pour optimiser l'intégration paysagère du chantier et donc la limitation des impacts du projet.

Les emprises des ouvrages OA4 et OA5, dans la plaine de Montjean à l'Est de Wissous sont positionnées dans la continuité de l'emprise des infrastructures routières ou des parcelles urbanisées pour limiter l'effet de mitage du paysage agricole. L'OA6 est situé hors du parc Montjean, un espace récréatif et végétalisé qui localement est paysagèrement sensible. Le choix de localisation de l'OA 6 à l'extérieur du parc, en bordure de champ agricole, participe donc à conserver la qualité du parc qui n'est pas impacté directement par le projet.

- **Séquence « Plateau urbanisé » de Wissous à Palaiseau**

Dans ce secteur le projet s'inscrit dans le tissu urbain de Wissous, Antony, Massy et Palaiseau.

Le contexte d'insertion des différents ouvrages est précisé ci-dessous :

- OA7 : Dans un espace agricole résiduel, entre la jonction de l'A6 et de l'A10 d'une part et une zone résidentielle (lotissement) ;
- Gare Antonypôle : Dans un quartier en cours de restructuration (Antonypôle), le long de l'Avenue Léon Hammel à l'emplacement d'immeubles de bureaux ou de bâtiments d'activités, face au centre André Malraux (un centre culturel et social) ;
- OA8 : le long de la RN20, au sud du Parc Descartes, en partie sur les délaissés de la RN20 et les espaces verts du centre de Massy d'AgroParisTech ;
- Gare Massy Opéra : Dans le grand ensemble de Massy, Place Saint-Exupéry (un parking actuellement) entre l'Opéra de Massy, l'église Saint-Marc, le centre Omnisport Pierre de Coubertin et l'Institut hospitalier Jacques Cartier ;
- OA9 : dans un secteur résidentiel et au niveau d'un espace vert, à l'arrière de l'espace Jean Mermoz, rue Henri Gilbert ;

- OA10 : en marge du bourg de Massy (cf. ZPPAUP), sur le parking de l'hôtel de ville de Massy, au pied du talus ferroviaire
- OA11 : le long du faisceau ferroviaire de Massy, sur une friche industrielle au nord du site de stockage de Point P ;
- Gare Massy – Palaiseau : au cœur du faisceau ferroviaire de la gare de Massy – Palaiseau
- OA12 : le long du TCSP et de circulations douces récemment aménagés, sur une friche, dans un secteur de nœud routier et ferroviaire ;
- OA13 : Au niveau des espaces verts et de garages d'une résidence ;

Ces centres anciens, grands ensembles ou quartiers en cours de développement et d'aménagement sur le faisceau ferroviaire de Massy sont des contextes dans l'ensemble assez peu sensibles paysagèrement et les travaux sont d'ampleur limitée avec des effets circonscrits aux voies et bâtiments proches. Cependant, certains espaces verts ou zones résidentielles peuvent apparaître socialement plus sensibles même si les effets visuels sont similaires (abattage de quelques arbres, terrassements, présences d'engins...).

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

Les mesures générales de limitations des effets du projet permettent de maîtriser les impacts du projet sur le paysage en phase chantier qui sont relativement faibles sur cette séquence. Certains ouvrages situés dans des zones résidentielles ou des espaces verts (OA7, OA8, OA9, OA12, OA13) ou les gares feront l'objet d'une information particulière auprès des riverains (cf. mesures générales).

- **Séquence « Pôle tertiaire et industriel de Guyancourt » - OA16 à 19, Gare Saint-Quentin Est**

Dans ce secteur, le projet s'inscrit dans le tissu urbain moderne de la ville nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines.

Le contexte d'insertion des différents ouvrages est le suivant :

- OA16 : Sur le parking de Safran à proximité d'une zone résidentielle (lotissement) ;
- OA17 : dans les espaces verts d'accompagnement de la rue G. Guynemer et d'une circulation douce entre une zone industrielle et tertiaire (Thales) et une zone résidentielle ;
- Gare Saint-Quentin Est : immédiatement au sud de la place de Villaroy, sur les espaces verts qui ceinturent l'ancien site de Thalès et accompagnent les voiries structurantes (avenue de l'Europe et RD91) ;
- OA18 : entre un quartier résidentiel et le technocentre de Renault, le long de la RD91, au niveau d'une parcelle non aménagée ;
- OA19 : sur le parking et les espaces verts d'un ensemble de bureau (ancien site de l'APCA)

Si les enjeux paysagers sont, à l'échelle de cette séquence, modérés, certaines emprises de travaux (OA17, gare de Saint-Quentin Est) induisent la déstructuration d'ensembles végétaux qui

accompagnent les rues et structurent le paysage. Ces emprises étant très ponctuelles, les impacts à l'échelle de l'unité paysagère restent faibles.

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

Les mesures générales de limitations des effets du projet, renforcées par un raisonnement des abattages selon les besoins (ampleur, méthode d'abattage, période...), permettent de maîtriser les impacts du projet sur le paysage en phase chantier qui sont, ainsi, faibles sur cette séquence.

- **Séquence « Vallée de la Bièvre » - OA20 et 21**

Comme explicité dans le chapitre sur le patrimoine, les emprises chantiers ont très peu d'impact sur le site classé, élément constitutif principal de cette séquence.

En effet, l'OA 20 est aménagée hors du site classé, dans la cour d'un site au caractère industriel. Les emprises chantier de l'OA 21 sont localisées dans les espaces verts récemment aménagés d'une entreprise (Nexter) et sur l'accotement du chemin ceinturant le site classé, en haut de coteau.

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

Les mesures générales de limitations des effets du projet et les démarches complémentaires menées pour réduire les effets sur le site classé (cf. chapitre dédié), permettent de maîtriser les impacts du projet sur le paysage en phase chantier qui sont ainsi faibles sur cette séquence.

- **Séquences « Plateau de Satory », « Coteau de Satory », « Versailles » - OA22 à 24, Gare de Satory, Gare Versailles Chantier**

Dans ces séquences, les enjeux paysagers en phase travaux concernent essentiellement les abords des monuments historiques et les impacts sur ceux-ci sont détaillés dans le chapitre dédié. Les emprises et installations de chantier sont d'ampleur limitées et dans des secteurs assez peu sensibles.

Le contexte d'insertion des différents ouvrages est le suivant :

- Gare Satory : dans l'ancien camp militaire sur une ancienne plate-forme de stockage à proximité de la RD91
- OA22 : sur un merlon entre une bretelle de sortie de la RN12 et la voie ferrée longeant la base militaire de Satory
- OA23 : une clairière dans la forêt de Versailles au sommet du coteau de Satory entre la rampe Saint-Martin et la RN12
- Gare Versailles Chantier : en marge du faisceau ferroviaire de Versailles, au niveau de l'accès Porte de Buc de la gare actuelle
- OA24 : dans les emprises d'un stade, le long de la voie ferrée

Seul l'ouvrage OA23 s'insère dans un contexte plus sensible, la forêt de Versailles. Toutefois les emprises sont positionnées dans une clairière, sur une aire de pique-nique accessible depuis la rampe Saint Martin par un chemin forestier qu'il faudra rendre praticable aux engins de chantier. L'intégrité de l'espace boisé est préservée et ne remet pas en cause son utilisation.

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

Pour cet ouvrage, même si le site est assez peu fréquenté, il convient de maintenir la continuité des cheminements piétons et les usages (pique-nique) qui, si nécessaire, seront déplacés le temps du chantier.

Les mesures générales de limitations des effets du projet et les démarches complémentaires menées sur la question des grues ou des boisements (cf. chapitre relatif aux monuments historiques), permettent de limiter les impacts du projet sur le paysage en phase chantier qui sont ainsi faibles pour ces séquences.

4.1.3.3 Impacts et mesures spécifiques en phase chantier liés à l'insertion du projet en aérien

Dans cette section, les impacts sur le paysage du projet en phase chantier sont de même nature que pour la plupart des chantiers (cf. chapitre sur les impacts généraux). Il convient toutefois de distinguer le chantier du viaduc des travaux d'aménagement des gares aériennes et du site de maintenance qui s'apparentent à la construction de bâtiments.

Le chantier du viaduc prendra la forme d'une infrastructure linéaire avec la particularité d'être une succession d'ouvrages qui seront construits par tronçons avec une succession de chantiers mobiles. La taille des emprises variera en fonction des phases de travaux, mais la remise en état finale ne sera effective qu'à l'issue des réaménagements des abords éventuellement effectués par un autre maître d'ouvrage (CG91 pour la RD36, EPPS pour les quartiers du Campus Urbain).

- **Impacts du chantier de construction des gares aériennes et du site de maintenance sur le plateau**

Les impacts des chantiers des gares aériennes et du site de maintenance à Palaiseau sont globalement modérés. Important en taille et durées (plusieurs mois), ils s'inscrivent dans un paysage en mutation ou dans des sites récemment urbanisés ou en cours d'urbanisation.

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

En complément des mesures générales de limitation des effets sur le paysage (cf. chapitre précédent), les travaux sont programmés en partenariat avec l'Établissement Public Paris Saclay (EPPS) qui assure la cohérence des espaces publiques à l'échelle du Plateau.

- **Impacts paysagers généraux du chantier de construction du viaduc**

Pour le viaduc, il convient de différencier plusieurs étapes :

- les travaux de terrassement et d'ouverture des pistes temporaires de circulation des engins en parallèle de l'ouvrage,
- les travaux de construction des piles,
- les travaux de pose des chevêtres qui peuvent être préfabriqués ou coulés sur place,
- les travaux de pose des travées qui devraient être préfabriqués,
- les travaux d'équipement et de finalisation.

Les piles seront construites sur des chantiers progressant chacun sur une sous-section. En fonction du planning des autres opérations (ZAC, aménagement de la RD36...), le phasage pourra donc être adapté pour limiter les effets sur la circulation notamment. Les travées peuvent ne pas être posées en continuité. Ainsi la construction du viaduc pourra s'adapter à la programmation des chantiers de l'EPPS avec un niveau d'activité variable en fonction des étapes. Le viaduc ne prendra forme que progressivement.

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

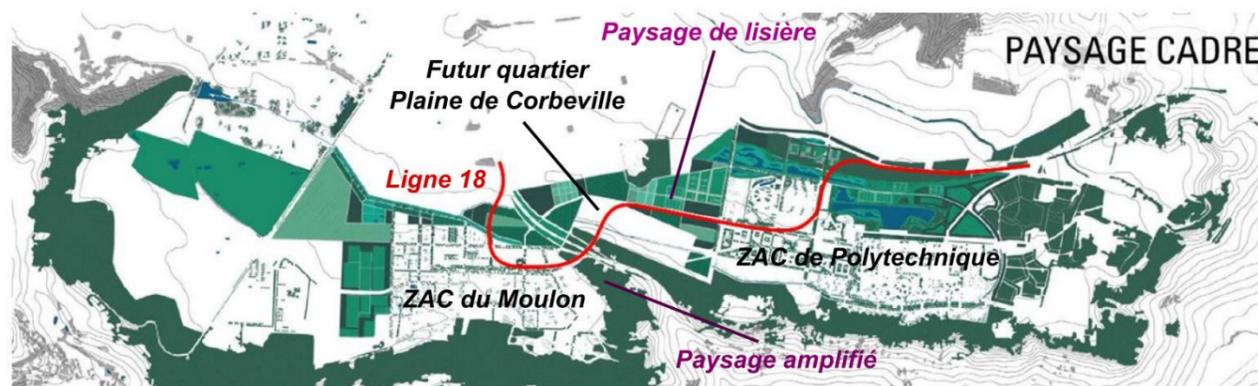
Les réflexions menées lors des études préliminaires et notamment la réflexion menée sur l'insertion du viaduc en phase exploitation (cf. ci-après) ont conduit à privilégier un tracé traversant des quartiers en cours d'aménagement et adossé à des infrastructures préexistantes (route, ligne à haute tension...). Les emprises et installations de chantier sont donc positionnées dans ces secteurs moins sensibles en termes d'identité et de composition paysagère. Cela permet en effet de limiter l'effet de mitage du plateau agricole et d'éviter les sites classés. Toutefois, le chantier du viaduc reste particulièrement visible et largement perceptible depuis les principaux axes de déplacement sur le plateau.

Afin de limiter la durée des impacts, les études de conception et les prescriptions contractuelles des entreprises permettront d'ajuster le planning. Le laps de temps entre la période de dégagement des emprises (premiers terrassements) et la période de pose des travées doit être réduit afin d'éviter une période de plusieurs mois de sols nus (sans autre travaux) ou de présence de pile « attendant » la pose du tablier. Le maître d'œuvre cherchera un compromis entre les enjeux écologiques (contraintes liées à l'écologie des espèces notamment), les marges de sécurité nécessaires pour gérer les aléas et l'impact paysager. Par exemple, les arbres pourront être abattus de manière anticipée pour prendre en compte l'écologie de certaines espèces, mais les terrains ne seront terrassés (dessouchés) que quelques semaines avant le début des travaux de construction des fondations des piles.

- **Impacts paysagers du chantier de construction du viaduc dans les secteurs urbanisés**

Dans les secteurs urbanisés ou en cours d'aménagement (ZAC Camille Claudel, ZAC de polytechnique, ZAC du Moulon, Plaine de Corbeville, abords du CEA, place du Christ...), les travaux de construction du viaduc s'ajouteront aux autres travaux. Ils ne remettront pas en cause l'identité

paysagère du secteur en cours de construction. Même si les projets d'aménagement des ZAC de polytechnique, ZAC Camille Claudel et du Moulon prennent en compte l'arrivée prochaine de la Ligne 18, certains espaces publics pourraient être aménagés avant les travaux.



Principe d'intégration du viaduc dans le plan cadre du « Campus urbain » du sud du plateau de Saclay (Biotope d'après © EPPS)

A l'inverse dans le secteur de Plaine de Corbeville qui ne sera éventuellement pas en phase d'aménagement, l'absence d'aménagement préexistant dans la plaine agricole pourrait renforcer l'impact du chantier de viaduc, le chantier apparaissant au milieu d'une zone agricole. Les parties nord et nord-est de ce secteur sont concernées par la mise en œuvre des mesures compensatoires du projet de ZAC Polytechnique et par l'aménagement de la lisière boisée prévue dans le plan cadre d'aménagement du campus urbain du sud du plateau de Saclay. Ces travaux permettraient d'engager la mutation de cet espace agricole.

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

La coordination des travaux menés entre l'EPPS et la Société du Grand Paris limite les problèmes de perception des travaux liés à la synchronisation des projets.

Pour la plaine de Corbeville, autant que possible, certains éléments structurants paysagèrement (nouvelles voies, plantations) seront aménagés en concertation avec l'EPPS avant le début du chantier du viaduc, d'autant plus que certains espaces pourraient être plantés ou aménagés dans le cadre de la mise en œuvre des mesures de réduction voire de compensation des impacts du projet de Ligne 18 sur les espèces protégées ou les boisements (cf. chapitre relatif aux milieux naturels).

- **Impacts paysagers du chantier de construction du viaduc dans les secteurs boisés fortement fréquentés (Vallon de Corbeville et abords de la RD36 au nord de Polytechnique)**

Pour la traversée du Vallon de Corbeville, les travaux seront menés de manière à limiter l'interruption de la circulation sur la RN118. Les principaux impacts paysagers à ce niveau sont liés aux défrichements et aux terrassements qui seront particulièrement visibles sur les pentes des

coteaux et qui, par nature, sont perçus comme des dégradations importantes. De même, à l'ouest de la rampe de Palaiseau, le chantier concernera un espace boisé le long de la RD36.

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

Les emprises de travaux ont été réduites en première approche à environ 48m de large au niveau de la RN118 et à 30m le long de la RD36. Les études de conception s'attacheront à définir les méthodes, la position des pistes d'accès permettant de limiter l'ampleur des défrichements perceptibles depuis ces axes ou tout du moins à favoriser un redéveloppement rapide des essences forestières. Par exemple, certains boisements seront abattus pour permettre l'évolution des flèches des grues (pose des travées). Là où aucun engin ne circulera, les boisements ne seront pas dessouchés de manière à favoriser une repousse rapide et une cicatrisation du site.

Des plantations et un reboisement des espaces autour du viaduc (cf. impacts paysager en phase exploitation) en fin de chantier, permettront également de favoriser une cicatrisation paysagère rapide.

Par ailleurs, afin de limiter les défrichements et les terrassements de part et d'autre de la RN118, pour permettre la mise en place du tablier, le tablier sera « poussé » depuis le secteur du Moulon.

- **Impacts paysagers du chantier de construction du viaduc dans les secteurs où le projet longe en paysage agricole la RD36 ou la RN118**

Lorsque le chantier s'inscrit en marge des zones agricoles, le long de la RD36 ou de la RN118, cette position préserve l'intégrité des zones agricoles mais rend le chantier particulièrement perceptible. Par ailleurs, la circulation notamment le long de la RD36 pourra être neutralisée en accord avec le gestionnaire de la route pendant certaines périodes du chantier. Compte tenu de la durée des travaux, l'impact de la phase chantier sera assez long, le viaduc ne prenant réellement forme qu'avec la mise en place du tablier.

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION

Seules les mesures générales d'insertion du chantier (cf. pièce G.4.1, charte environnement chantier) et notamment celles relatives au viaduc (cf. réduction de la durée des travaux et adaptation des phases de travaux) permettent de limiter les effets du projet dans ces secteurs. Au niveau de Guyancourt, elles sont renforcées par les mesures prises pour limiter les effets du projet sur les abords du monument historique (Porte de Mérantais).

4.1.4. Impacts et mesures en phase exploitation sur le paysage

4.1.4.1 Impacts généraux des gares et mesures

Soutenant l'ambition de répondre au besoin d'offre de transport, d'accompagner le développement urbain et de structurer de nouveaux quartiers, l'architecture des gares du Grand Paris Express contribue à signifier la présence du métro dans la ville, tout en offrant aux voyageurs des espaces pratiques et agréables.

L'analyse de l'architecture des stations et gares de métro dans le monde permet de constater que les orientations de conception prises lors de la création d'un nouveau réseau peuvent être variées. A Bilbao ou Washington par exemple, la réalisation de l'ensemble des stations a été confiée à un seul architecte, à tel point que certaines ne diffèrent entre elles que par l'écriture de leur nom. Cette approche standardisée contraste largement avec d'autres réseaux, comme ceux de Singapour ou de Munich, qui se démarquent par la diversité souhaitée pour l'architecture et le design des stations d'une même ligne.



Gare Sarriko à Bilbao et Hauptbahnhof à Munich (©SGP)

Les impacts en phase exploitation des gares dépendent de la qualité architecturale de la gare, de son insertion dans le site et de la qualité des espaces publics d'accompagnement tant d'un point de vue fonctionnel qu'un point de vue esthétique. L'arrivée d'une infrastructure de transport structurante accompagne ou peut induire la mutation ou le développement des quartiers. Cet impact indirect est appréhendé dans la partie de la pièce D présentant le contexte d'aménagement des gares ou dans les chapitres relatifs au milieu humain (cf. ci-après).

MESURES D'ÉVITEMENTS ET DE RÉDUCTION POUR LES GARES

La démarche engagée par la Société du Grand Paris conjugue ces deux approches pour répondre aux enjeux propres à la construction du réseau du Grand Paris Express et de la Ligne 18 :

- Des enjeux urbains : l'architecture de chaque gare est une réponse spécifique à un contexte géographique, urbain, social ou économique. La conception architecturale installe un

dialogue entre la gare et son environnement pour inscrire l'espace de transport en osmose avec son quartier ;

- Des enjeux de transport et de réseau : l'efficacité d'un réseau de métro repose sur des standards de service. Ces standards permettent de faciliter le repérage des voyageurs, d'apporter une réponse homogène aux enjeux techniques, de sécurité et de maintenance, et d'inscrire les nouvelles gares dans le réseau francilien.

Ainsi, la conception architecturale des gares du Grand Paris suit une double approche de conception, transversale et territoriale, visant à construire des gares à la fois pratiques, accueillantes et ancrées dans leurs quartiers.

L'ensemble des gares du Grand Paris Express sont conçues à partir du **référentiel de conception** établi par la Société du Grand Paris. Il contient en particulier **la Charte d'architecture établie par le cabinet d'architectes Jacques Ferrier** qui décrit le cahier des charges global de l'ensemble des gares afin d'assurer la qualité et la cohérence architecturale et du design de l'ensemble des gares du grand Paris Express.

La Charte permet de formaliser et de partager les ambitions de conception. Elle a été conçue pour offrir plusieurs niveaux de lecture :

- un organigramme général,
- la définition détaillée des objectifs et des principes par thème et par ensemble fonctionnel.

Elle donne **trois objectifs fondamentaux** s'articulant sur une échelle différente:

- créer à l'échelle de la ville une identité partagée entre la ville et le réseau. L'ensemble des gares se présentent ainsi comme une « collection » de repères ;
- concevoir à l'échelle du bâtiment, des gares urbaines, ouvertes sur la ville et les quartiers. La gare est conçue comme un équipement public de proximité capable de connecter le réseau ferré de transports en commun à d'autres modes de transport ;
- imaginer à l'échelle de l'homme, des gares humaines, en partant de l'expérience des voyageurs à travers ses perceptions sensorielles.

A ces objectifs fondamentaux répondent quatre **objectifs de conception** :

- présence affirmée de la gare dans la ville ;
- parcours intuitif et sensible ;
- sobriété de l'architecture ;
- mise en scène de la mobilité.

Chaque gare est un projet singulier qui reflète l'identité des territoires desservis et s'adapte aux particularités de chaque site. Il s'agit d'ancrer la gare dans son territoire et de faire correspondre et dialoguer l'univers du dessous (celui du voyage dans les trains) avec le monde du dessus (celui de la ville et de ses activités). Pour ce faire, la Société du Grand Paris fait appel à différentes équipes d'architectes pour piloter la conception de la gare. Ces équipes, qui travailleront en liaison avec les collectivités et partenaires, ont un rôle fédérateur et structurant pour chacun des projets de gare et jouent un rôle essentiel dans l'intégration urbaine de la gare sur son territoire.

Ainsi, pour les espaces extérieurs et le dessin général de la gare, la charte architecturale et paysagère propose les principes suivants. L'émergence (la gare) est la porte d'entrée du réseau. Sa forme varie pour dialoguer avec les contextes urbains et affirmer sa fonction d'équipement public. Dans la majorité des cas, il s'agit d'un bâtiment qui porte l'identité du réseau par sa posture urbaine et les signes qui y prennent place : recul et hauteur du bâtiment, nom de la gare, panneaux d'information, etc.

Le parvis annonce la gare et organise les liaisons avec l'ensemble des mobilités urbaines : tramway, bus, vélos, etc. Si le traitement de l'espace public est spécifique à chaque environnement urbain, certains éléments pourront être partagés par l'ensemble des gares pour signifier la présence du métro dans la ville.

Au-delà de l'aménagement du bâtiment de faible dimension pour les gares de la Ligne 18 dont la longueur des quais est limitée à 60 mètres, la construction de la gare du Grand Paris Express accompagne la mutation ou le développement d'un quartier. C'est encore plus vrai pour les gares aériennes du projet. Ces différents aménagements font l'objet de démarches spécifiques (ZAC notamment) et sont généralement portés par les collectivités locales ou des établissements publics. Ils ne sont donc pas évalués dans la présente étude. Les effets cumulés sont identifiés et présentés lorsqu'ils sont connus dans le chapitre spécifique. Les différentes instances de concertations mises en place permettent de s'assurer de la cohérence paysagère d'ensemble.

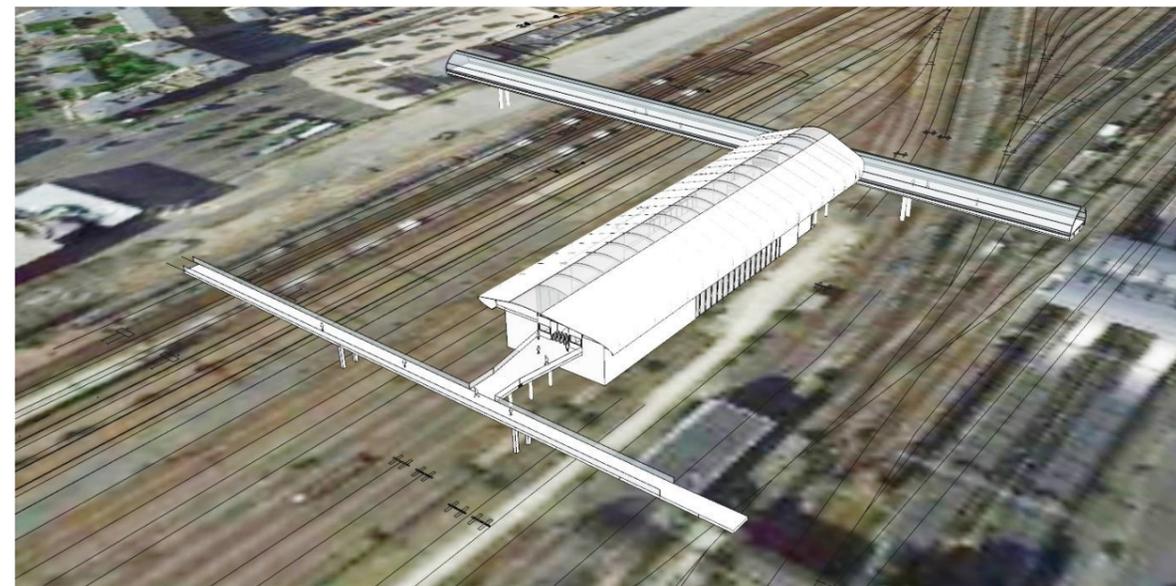
Ainsi l'impact direct des gares sur le paysage est globalement faible à modéré.

4.1.4.2 Impacts et mesures spécifiques par gare

Les gares de la Ligne 18 s'inscrivent dans différents contextes.

La **gare Aéroport d'Orly** sera aménagée dans le cadre du prolongement de la Ligne 14 Sud au cœur de l'aéroport d'Orly. Cette gare ne fait pas partie du présent périmètre d'enquête. Elle sera entièrement souterraine et donc sans impact paysager direct.

La **gare Massy-Palaiseau** s'inscrit au cœur du faisceau ferroviaire des gares de Massy-Palaiseau RER et Massy TGV existantes qu'elle contribue à structurer et renforcer. Son impact est donc plutôt positif.



**Exemple de représentation de la gare Massy Palaiseau
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet,
image non contractuelle, ©SGP)**

Les **gares Antonypôle, Palaiseau, Orsay-Gif, Saint-Quentin Est et Satory** s'inscrivent dans des quartiers en développement ou en restructuration. Pour Saint-Quentin, le réaménagement ne concerne que le site de Thalès. Elles ont vocation à devenir une centralité majeure et à accompagner le développement urbain de ces quartiers. Les projets et aménagements urbains réfléchis pour ces quartiers par d'autres maîtres d'ouvrages intègrent la présence de la gare et sont en partie structurés autour de cet équipement. Les échanges et partenariats développés entre la Société du Grand Paris et ces maîtres d'ouvrages permettent d'ajuster les projets en fonction de l'avancée des études complémentaires. Les projets des gares sont adaptés pour être compatibles avec ces futurs projets en réflexion. Elles favorisent la mutation des territoires concernés. La plupart des gares ont donc un impact paysager modéré.



**Exemple de représentation de la gare Antonypôle (à gauche) et Palaiseau (à droite)
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet,
image non contractuelle, ©SGP)**

La **gare de Massy Opéra** s'inscrit dans un tissu urbain globalement déjà structuré. La gare et les espaces publics attenants sont donc conçus pour s'intégrer dans ce contexte. Son impact est faible.



Exemple de représentation de la gare Massy Opéra (à gauche) et Saint-Quentin Est (à droite)- (Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet, image non contractuelle , ©SGP)

Les mutations paysagères seront les plus fortes au niveau des gares Orsay-Gif et Palaiseau. La ZAC du Moulon et la ZAC Polytechnique étant aménagées sur des zones anciennement agricoles, cette mutation n'est pas directement imputable à la gare, elle est déjà engagée puisque les projets urbains sont en cours d'aménagement. Le projet du Grand Paris Express accompagne toutefois cette évolution et répond aux nouveaux besoins. L'impact de la construction des gares en soutenant l'urbanisation du plateau reste modérée.

Les **mesures conservatoires de la gare CEA**⁸ s'insère dans le contexte de réaménagement du carrefour du Christ porté par le Département de l'Essonne pour réaliser la gare à terme. L'implantation de la gare va renforcer son rôle de pôle multimodal au cœur du plateau. A la différence des autres gares qui renforce des pôles urbains et où un travail commun mené sur l'espace public permet de relier la gare à la ville, les études de faisabilité intègrent, à ce stade, l'ensemble des flux de déplacement et développeront un véritable projet paysager.



Principe d'aménagement du carrefour du Christ (Etude de faisabilité susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet, image non contractuelle, ©CG91)

Conformément aux principes paysagers développés dans le dossier de DUP de la RD36, ce carrefour doit devenir une véritable place urbaine mettant en valeur le bâtiment de la gare suivant également les principes de la charte architecturale et paysagère du Grand Paris Express. Ces grands principes sont intégrés comme éléments programmatiques (planification temporelle et spatiale) dans les différentes réflexions menées actuellement.

La **gare Versailles Chantiers** est en marge du centre ancien de Versailles. Comme évoqué dans le chapitre relatif au patrimoine culturel, elle s'intègre au sud du faisceau ferroviaire et renforce l'attractivité de l'accès Porte de Buc.



Exemple de représentation de la gare Versailles Chantiers (Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet, image non contractuelle, ©SGP)

⁸ Gare hors périmètre d'enquête dépendant des modifications du périmètre de danger du CEA

Sans préjuger de l'aspect définitif des gares, la charte architecturale et paysagère et la démarche de concertation développée par la SGP permettent de garantir l'insertion des gares et de leurs parvis.

Par ailleurs, **les gares constituent un ouvrage ponctuel qui, dans tous les cas, n'est pas de nature à modifier la perception ou l'identité d'un paysage à l'échelle d'une unité paysagère. Elles peuvent toutefois devenir des éléments forts du paysage urbain, des bâtiments repères.**

L'impact paysager des gares est donc **faible à modéré** et clairement lié aux aménagements urbains environnant portés par d'autres maîtres d'ouvrage.

4.1.4.3 Impacts et mesures du viaduc

- Démarche générale de réduction des impacts du viaduc et mesures associées

Long de 12,9 km, le viaduc est un élément structurant du projet. Parmi les nombreux exemples de viaducs construits en France, certains sont devenu des monuments de notre patrimoine culturel et d'exemple d'architecture à l'international (Garabit, Morlaix, Millau...). Depuis la seconde moitié du XIXème siècle, ces viaducs étaient essentiellement construits pour enjamber des accidents topographiques (gorges ou vallons) ou au-dessus de larges vallées comme la Loire de manière à laisser passer les crues. Des aqueducs parsèment également les campagnes ou les villes.



Aqueduc gallo-romain du Gier (69) et Aqueduc des Eaux de Rungis (94)
(© Ministère de la Culture)

Dans le monde, il existe divers exemples de métro aériens où les viaducs s'insèrent dans un tissu urbain. La Société du Grand Paris a réalisé un benchmark afin d'étudier les différents principes architecturaux et paysagers selon les possibles contextes d'insertion de ces infrastructures aériennes. L'objectif principal était d'identifier les éléments clés à prendre en compte dans l'étude architecturale et paysagère qui va être lancée sur la Ligne 18 en phase de maîtrise d'œuvre tout en prenant en compte les contraintes techniques de conception.

Cette étude a notamment montré que l'insertion des viaducs dépendait du traitement des portes-caténaires, du tablier de l'ouvrage, des piles et sous-face de l'ouvrage.

Des exemples de viaducs existants sont illustrés ci-dessous :



Vienne (©SGP)



Rennes (©SGP)



La Haye (©SGP)



Chicago (©SGP)

Le viaduc de la Ligne 18 présente la particularité de s'inscrire, à l'image de nombreux métros aériens, dans des quartiers en cours de structuration (ZAC de Polytechnique et ZAC du Moulon), mais il s'insère aussi dans des zones agricoles planes aux vues relativement dégagées. Seul le tronçon qui enjambe le vallon de Corbeville et la RN118 aura une situation plus conforme à l'archétype du pont ou du viaduc au-dessus de la vallée.

Le viaduc de Poilly-les-Gien ou celui de l'aérotrain au nord d'Orléans illustrent l'insertion d'un viaduc dans des territoires agricoles et en terrain plat.

Ces différentes illustrations montrent l'importance du parti architectural retenu et de la qualité des espaces environnant pour la perception d'ensemble. Celui de l'aérotrain illustre un parti architectural purement technique ou non abouti à la différence des ouvrages de Vienne, Rennes, La Haye, Chicago ou même Poilly-les-Gien. En milieu rural, les arbres sont le principal repère qui donne l'échelle. En paysage ouvert, la linéarité de l'ensemble renforce la prégnance des horizontales dans la composition, la régularité des piles et portées apporte du rythme et une

certaines unités. Ces portées permettent également par leur transparence de percevoir l'arrière-plan et donc de préserver en partie la composition, la profondeur de champ.

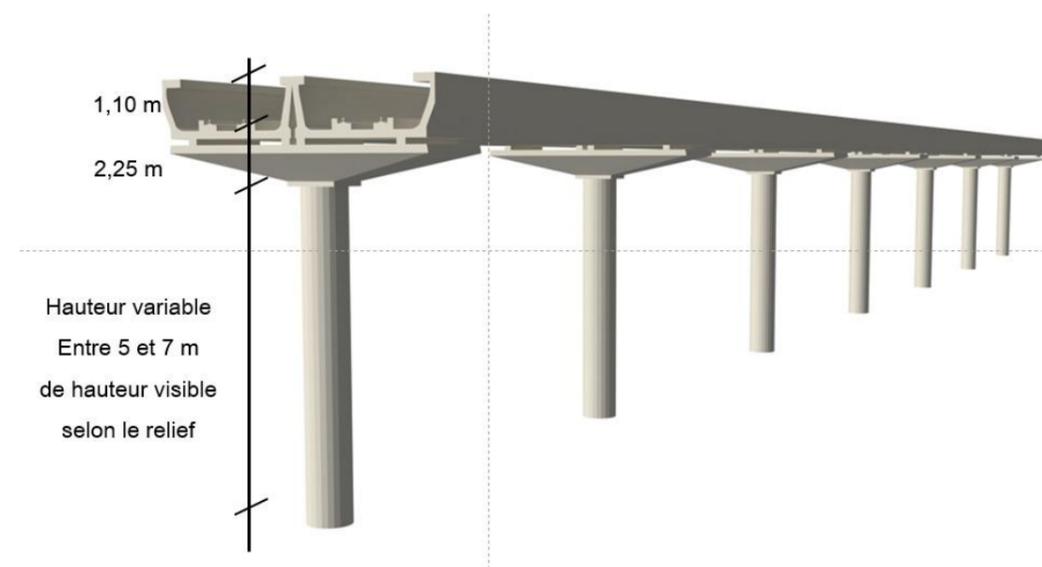


Viaduc ferroviaire de Poilly-les-Gien et structure de l'aérotrain Saran-Artenay (45)
(© Biotope)

Le plateau de Saclay est un plateau agricole dominé par des champs aux larges perspectives qui longe des axes de circulations très empruntés, le viaduc sera donc perceptible.

L'aspect du viaduc ne peut être à ce stade défini avec précision. Sa définition dépend des études de conceptions, menées en parallèle des études architecturale et paysagère spécifique, et de la consultation des différents partenaires dans ce cadre. Les études préliminaires, sur lesquelles est établie la présente étude, ont déterminé un profil en long et donc une position des rails avec des ordres de grandeurs de l'ouvrage. Différents principes constructifs pris comme hypothèse (cf. chapitre esquisse des variantes) ont permis de vérifier la faisabilité du projet. Les études de conception doivent encore être menées, notamment celle du design architectural du viaduc (et des gares) et celles des espaces d'accompagnement de celui-ci.

L'analyse et notamment les illustrations sont basées sur un certain nombre d'hypothèses qui pourront être optimisées lors des phases ultérieures. Les mesures présentées sont intégrées comme référence programmatique dans les démarches de conception.



Hypothèses prises pour l'analyse des effets du projets
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet,
image non contractuelle - Babylone ©SGP)

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION GÉNÉRALES

D'un point de vue paysager, pour tout ouvrage ne pouvant se fondre dans le paysage préexistant, il existe différents critères d'acceptabilité du projet.

Au-delà de la qualité de l'ouvrage en lui-même, la compréhension du projet et son acceptation sociale dans son ensemble sont essentiels. Les démarches de concertation développée par la Société du Grand Paris et les différents outils de communication mis en place y participent.

La qualité architecturale de l'ouvrage, sa cohérence vis-à-vis de son environnement et notamment la qualité des espaces (publics notamment) qui l'accompagnent sont également essentiels.

Position du viaduc

Lors des études préliminaires, plusieurs éléments ont guidé les choix vers le tracé retenu. Le maintien de l'intégrité des zones agricoles et du paysage associé a prévalu. Le viaduc est donc, la plupart du temps, positionné le long des routes structurantes (RD36 et RN118) pour réduire les effets sur les zones agricoles. Si l'amplitude (largeur et profondeur de champ) des espaces agricoles est ainsi préservée, le viaduc est majoritairement perceptible en vision tangentielle (depuis la route). Cette position renforce l'effet de rupture induit par l'ensemble de ces infrastructures : rupture entre le village et le coteau d'une part et le plateau agricole d'autre part, en lien avec les projets de transport dans ce secteur (TCSP, doublement de la RD) ; rupture entre deux ensembles de plaine agricoles de part et d'autre de la RN118.

A l'Est de Châteaufort, le viaduc traverse une zone agricole où les contraintes parcellaires sont identifiées comme moins fortes puisqu'il s'agit d'un site d'expérimentation agronomique d'Arvalis. La plupart des essais sont menés sur des microparcelles dont la forme peut facilement être adaptée. Dans ce secteur, l'éloignement des habitations (puisque'il n'y a pas de merlon de terre

préexistant dans ce secteur, notamment pour le hameau de Voisins le Thuit) et une optimisation du tracé ont prévalu.

Ambition architecturale

Au-delà des enjeux techniques pour la performance et la sécurité du système de transport, le viaduc et les éléments qui le composent doivent répondre à un enjeu d'intégration territoriale et d'insertion urbaine et paysagère. Les études de conception intégreront la diversité des enjeux et des situations paysagères. Les différents acteurs du territoire participeront à la définition des principes d'intégration architecturale et paysagère du projet.

Le viaduc pourra être un marqueur territorial valorisant le territoire. Le projet doit transcender les contraintes techniques pour devenir un « bel » ouvrage s'insérant de manière évidente dans son territoire.

Ainsi, sur sa partie ouest, le viaduc ne doit pas perturber outre mesure la volonté de préservation de l'aspect naturel et rural du site. Par ailleurs, la SGP souhaite que le travail architectural et paysager sur les ouvrages (rampes, ouvrages annexes, ouvrage de franchissement de la RN 118) qui ponctuent le tracé du viaduc soit pensé en lien avec celui du viaduc pour former un ensemble cohérent et remarquable.

Cet ensemble d'ouvrages devant s'insérer sur un linéaire conséquent, le travail est mené à deux échelles :

- l'échelle du paysage,
- l'échelle de la proximité.

Il est donc demandé aux équipes de conception de travailler sur la **vision lointaine de l'ouvrage** et son insertion dans la composition paysagère préexistante et future intégrant les projets en cours (RD, TCSP, nouveaux quartiers...). Elles doivent notamment répondre à certaines questions : quelle ligne générale, quels éléments identitaires, quel rythme, quelles séquences, quelle ponctuation d'ouvrages singuliers, quelle vision des ouvrages lorsque l'on est en mouvement ou lorsque l'on est positionné sur un point du territoire ?

Ces équipes travaillent également sur **l'échelle de la proximité**, lorsque l'observateur ne perçoit qu'une partie de l'ouvrage, en vue proche, notamment en contre plongée. Il s'agit ici du traitement de détail de l'ouvrage (finesse des lignes, des textures, des piles, chevêtres, sous-face, parapets...) mais également des abords qui influence grandement la perception de l'ouvrage (présence de délaissé ou espaces structurés et fonctionnels). A cette échelle, il convient également d'intégrer les enjeux ponctuels (continuités de voiries, y compris agricole, présence d'ouvrages hydrauliques et rigoles, continuités écologiques, autres enjeux écologiques nécessitant l'adaptation de la hauteur des rambardes...).

L'absence de porte-caténaires est inscrite comme élément programmatique du projet, ce qui implique une ligne plus fluide et plus facile à intégrer dans le paysage agricole ouvert structuré par la ligne d'horizon.

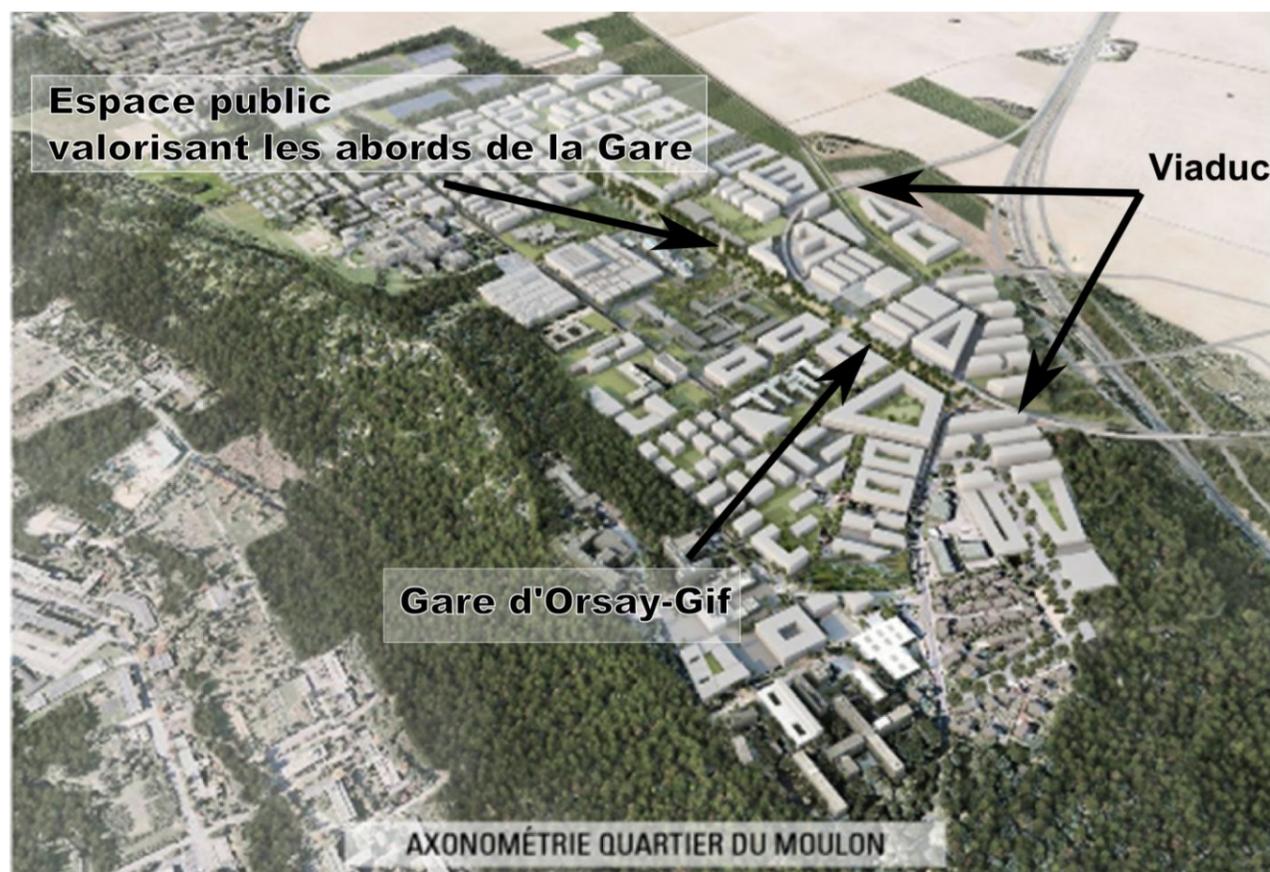
Les réflexions sur les interactions entre le viaduc et ses abords, sur leur conception seront menées en étroites relations avec les porteurs de projets du territoire de manière à donner une fonctionnalité réelle à ces espaces et à en assurer la gestion. Pour les secteurs urbains, le viaduc viendra s'insérer dans un schéma global déjà défini (cf. plan guide du Campus Urbain). Dans le paysage à dominante rurale et aux abords des infrastructures existantes, la conception de ces espaces prendra en compte les enjeux paysagers du territoire (cf. Charte du Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse et Plan Paysage et Biodiversité de Châteaufort) et les motifs identitaires du territoire. Par exemple, en lien avec le projet de doublement de la RD36, et sans préjuger de leur conception finale, les bassins et ouvrages de gestion et de traitement des eaux pourraient réinterpréter le motif paysager qu'est la rigole, très présent sur le plateau, au travers d'un réseau de noues et d'étangs et non de fossés bétonnés et de bassin tampon bâchés.

Ainsi, tout au long des démarches de conception future, la Société du Grand Paris travaillera avec ses concepteurs et ses conseils (cf. Jacques Ferrier Architecture et charte architecturale et paysagère) en étroite relations avec les collectivités (Départements, Communes, Communautés d'agglomérations, PNR...) et les aménageurs locaux (EPPS).

Compte tenu de leur position (abords de monuments historiques à Guyancourt, nœud routier à Palaiseau), la conception des zones de transition entre le tunnel et le viaduc fera l'objet d'une attention particulière afin de limiter l'effet de coupure liée à la tranchée ou l'effet masse de la rampe et de la culée.

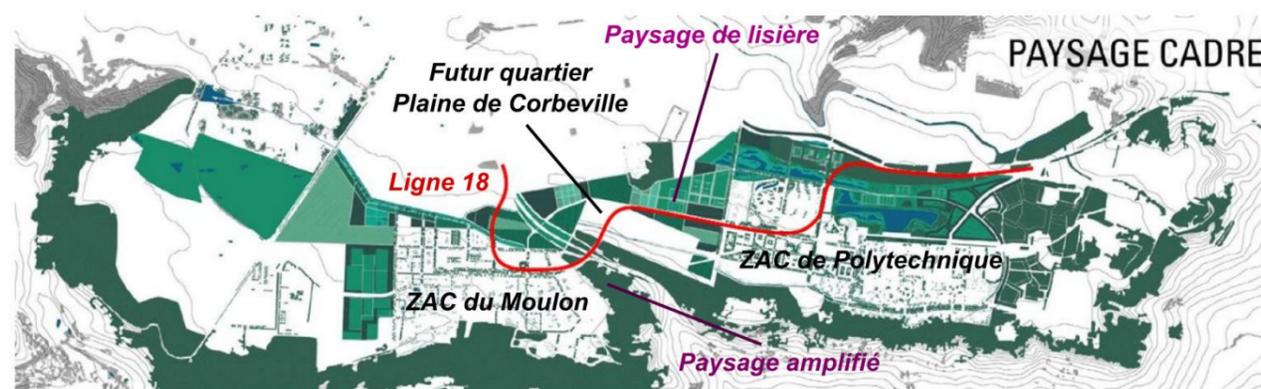
• Impacts du projet dans les quartiers en cours d'aménagement

Comme évoqué précédemment dans les secteurs en cours d'urbanisation, le viaduc vient s'insérer dans la nouvelle composition, d'autant plus facilement que les démarches de coordinations développées lors des phases de conception permettent une convergence des projets pour parfaire la composition d'ensemble, gare, viaduc, espaces publics, différents bâtiments environnants...



Axonométrie présentant le passage du viaduc dans le quartier du Moulon
(Biotope d'après © EPPS)

Compte tenu des différentes opérations, un secteur apparaît comme sensible : le secteur de la plaine de Corbeville. A ce niveau, le viaduc ne s'inscrit pas totalement dans un secteur urbain mais dans le paysage de lisière prévu entre les zones urbaines et la zone agricole (cf. Plan cadre du Campus Urbain ci-après), le long de l'avenue qui viendra structurer l'entrée de ces nouveaux quartiers.



Principe d'intégration du viaduc dans le plan cadre du « Campus urbain » du sud du plateau de Saclay (Biotope d'après © EPPS)

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION POUR LES SECTEURS URBAINS

Les espaces publics d'accompagnements de ces ouvrages seront conçus et aménagés de manière coordonnée avec la construction du viaduc.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Avec ces mesures et au regard de la mutation paysagère importante du paysage du secteur, le viaduc sera intégré dans un nouveau paysage urbain. Les impacts résiduels du viaduc sur les secteurs urbanisés sont considérés comme modérés.

Aucune mesure de compensation n'est à ce stade envisagée.

- **Impacts du projet en lien avec la RD36**

Le viaduc longe à Palaiseau et du CEA à Guyancourt, la RD36 et un projet de Transport en commun en site propre (TCSP).

Le projet de mise à deux fois deux voies de la route départementale entre Guyancourt et Châteaufort, et les merlons (existants) le long de cette infrastructure illustrent le risque d'isolement du village (Châteaufort) par rapport à l'espace agricole du plateau de l'autre côté des voies. Le projet de viaduc vient renforcer cette problématique.

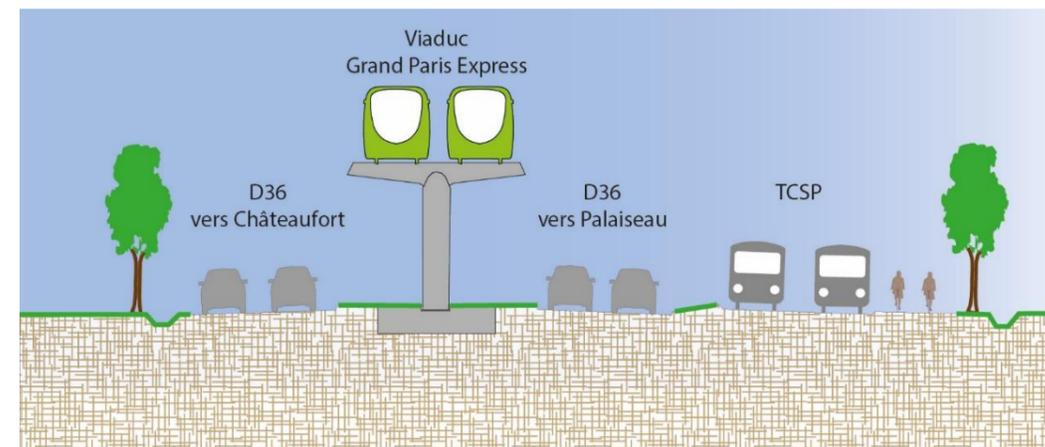
Des simulations du projet en 3D de la Ligne 18 sont présentées pour l'analyse. Ces vues permettent d'apprécier le volume du viaduc dans le paysage, elles n'intègrent pas autres projets prévus.



RD36 à l'ouest de Châteaufort (©SGP)



**Simulation du viaduc dans le contexte actuel (Villiers-le-Bâcle)
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet,
image non contractuelle - Babylone ©SGP)**



Coupes type donnée à titre illustratif présentant l'insertion du viaduc au niveau de la RD36 en compatibilité avec la déclaration d'utilité publique de réaménagement de la RD36 du CG91

La sortie des villages de Châteaufort et Villiers-le-Bâcle sont perpendiculaires à la RD36. Ces secteurs sont donc particulièrement sensibles puisque la rue axe les vues sur le viaduc. Les vues suivantes permettent d'apprécier le volume du viaduc et la composition paysagère qui en résultera. Elles n'intègrent à ce stade pas le travail de conception et de design architectural sur le viaduc qui va être engagé, ni celui sur la conception des abords de la RD36 et du TCSP (hors périmètre SGP).

Sans aucune mesure d'accompagnement, et quel que soit le parti architectural retenu, le viaduc risquerait d'apparaître comme « posé » sans lien avec son environnement.

Différentes études techniques préliminaires ont été menées afin d'étudier la faisabilité conjointe des différents projets, les études d'insertions paysagères doivent encore être menées parallèlement aux études de conception du viaduc (cf. ci-dessus). Associer le viaduc à la RD permet de renforcer la cohérence de l'aménagement.



**Simulation du viaduc dans le contexte actuel (sortie de Châteaufort)
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet,
image non contractuelle - Babylone ©SGP)**



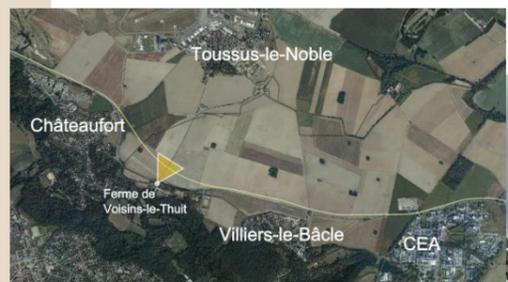
**Simulation du viaduc dans le contexte actuel (sortie de Villiers-le-Bâcle)
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet,
image non contractuelle - Babylone ©SGP)**



**Simulation du viaduc dans le contexte actuel (Lotissement de Villiers-le-Bâcle)
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet
image non contractuelle - Babylone ©SGP)**

De même, certaines allées du lotissement de Villiers-au-Bâcle offrent des vues perpendiculaires au projet. Elles sont similaires à la vue que pourraient avoir les maisons du nord du lotissement. La simulation suivante n'intègre pas, comme les autres, les réflexions sur le design du viaduc et sur les aménagements d'accompagnement qui restent à mener. Elle n'intègre pas non plus l'urbanisation éventuelle de la parcelle au premier plan.

La route de Voisin-le-Thuit à Toussus-le-Noble offre également des vues sur le viaduc. Il est ici plus éloigné. Ces vues montrent son impact sur les vues vers le plateau ou dans la relation plateau – villages.



**Simulation du viaduc dans le contexte actuel (Ferme de Voisins-le-Thuit)
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet,
image non contractuelle - Babylone ©SGP)**



**Simulation du viaduc dans le contexte actuel (RD838)
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet,
image non contractuelle - Babylone ©SGP)**



**Simulation du viaduc dans le contexte actuel (RD838 vers Châteaufort)
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet,
image non contractuelle - Babylone ©SGP)**

Entre le CEA et Guyancourt (tracé de 8km), pour permettre l'évacuation des usagers et l'intervention des secours en cas d'incident, il est prévu l'aménagement d'un escalier pour l'accès des secours lorsque le viaduc.

Cette solution technique sera affinée lors des phases ultérieures. Son intégration dans le design général du viaduc sera étudiée avec la maîtrise d'œuvre architecturale et paysagère dédié pour être cohérent avec le reste de l'ouvrage.

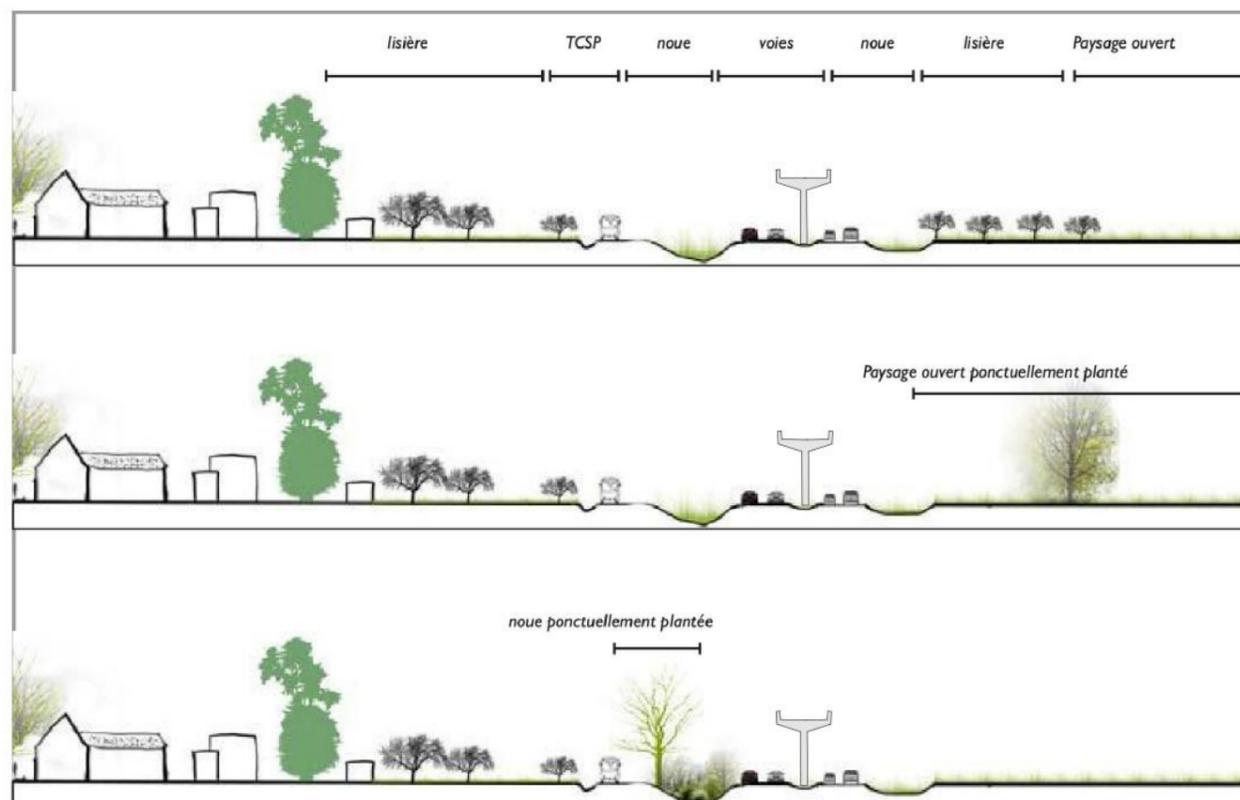
Les accès au viaduc et à ce dispositif a fait l'objet d'une réflexion préliminaire pour garantir les accès depuis les chemins existants. Le viaduc se trouve majoritairement le long des voiries : RD36 au sortir du souterrain puis départementale 128, puis voirie en construction par l'EPPS, rue Noetzlin, RN118, RD36 permettant l'accès des secours. Pour les 1200 m qui traversent la zone agricole de la croix de Justice, un escalier de secours est donc prévu. L'accès peut se faire par la route de Toussus le Noble avec 750 m vers l'ouest et 450m vers l'Est pour rejoindre la RD36.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION POUR LES ABORDS DE LA RD36

Dans son Plan Paysage et Biodiversité et le Plan Guide « vallée de l'Yvette », pour Châteaufort, le Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse propose des principes d'insertion pour la route qui pourraient être déclinés dans le projet intégrant le viaduc :

- limiter les délaissés ;
- intégrer le système d'assainissement sous forme de noues et rigoles ;
- réaliser des plantations d'accompagnement ponctuelles et laisser des perspectives sur l'espace agricole ;
- préserver les pâturages autour de la ferme de la Grange et affirmer leur fonction agricole pour faire le lien entre le village et le plateau ;
- privilégier un parcours urbain plus attractif pour la piste cyclable ...

Ces principes proposés par le PNR sont repris et appliqué au viaduc sur la figure ci-dessous :



Principes d'intégration paysagère des voies et du viaduc en bordure du plateau de Saclay (Biotope d'après © PNR Haute Vallée de Chevreuse susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet, image non contractuelle)

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION POUR LA RD 36

Malgré ces mesures, le viaduc intégré dans ce paysage de transition restera perceptible. Les impacts résiduels du viaduc sur les abords de la RD36 sont considérés comme fort.

Impacts du projet en lien avec la RN118

Entre le Petit-Saclay et le CEA, le viaduc suivra le long de la RN118. Ces abords sont actuellement peu qualitatifs, la piste cyclable longe l'autoroute. Elle est fonctionnelle mais peu agréable.

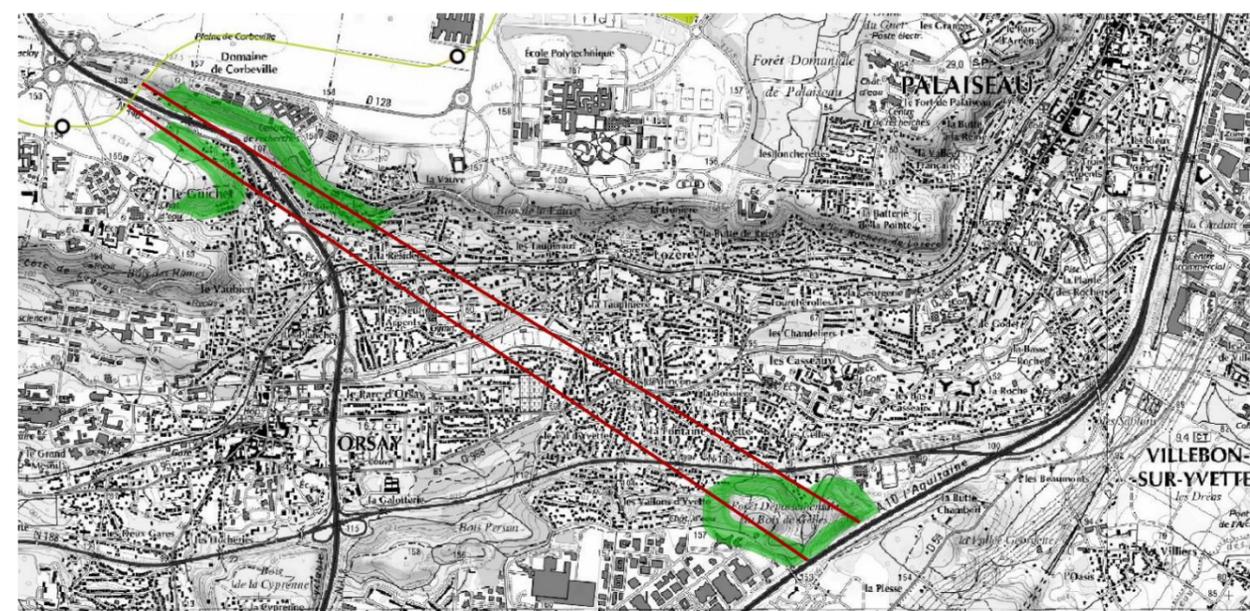


Abords de la RN118 (© SGP)

Le viaduc qui franchira le Vallon de Corbeville est un ouvrage singulier par sa hauteur et la longueur de ses portées. Il fera l'objet d'une conception particulière en cohérence avec le reste du viaduc (maitre d'œuvre commun).

Le vallon forme une légère courbe dans laquelle la RN118 s'insère. L'axe du vallon est donc fermé par des avancées de coteau boisé : d'une part au-dessus du Guichet et d'autre part entre le Domaine de Corbeville et la Troche. Ainsi seule une masse boisée, certainement une partie de la Forêt départementale du Bois de Gelles de l'autre côté de la Vallée de Yvette (Villebon-sur-Yvette), apparaît en arrière-plan au-dessus des masses boisées des coteaux depuis le pont existant de l'échangeur de Corbeville. Les vues sur le viaduc seront donc limitées à des points de vue depuis le Vallon de Corbeville.

Organisation des vues lointaines sur le Vallon de Corbeville (Biotope)



MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION POUR LES ABORDS DE LA RN118

Les études de conception du viaduc ou des espaces d'accompagnement intégreront les enjeux de préservation et de requalification des abords de la RN118 (position de la piste cyclable, nature des espaces d'accompagnement, plantations dans le vallon de Corbeville...).

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION POUR LA RN 118

Malgré ces mesures, le viaduc intégré dans ce paysage restera perceptible. Les impacts résiduels du viaduc sur les abords de la RN118 sont considérés comme modérés à forts.

4.1.4.4 Impact de la transition de Magny-les-Hameaux

Les ouvrages de la transition de Magny-les-Hameaux sont essentiellement situés dans les abords du monument historique « Porte de Méchantais ». Les impacts de cet ouvrage sont donc essentiellement évalués dans la partie relative au patrimoine culturel et sont à rapprocher de ceux du viaduc aux abords de la RD36.



**Simulation du viaduc dans le contexte actuel (RD36)
(Evocation 3D susceptible d'évoluer lors des prochaines phases du projet,
image non contractuelle – Babylone d'après © Google Earth)**

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION POUR LA RAMPE DE MAGNY-LES-HAMEAUX

Cet ouvrage présente des sensibilités paysagères particulières et fera l'objet d'études de détail lors des démarches de conception à venir. L'Architecte des Bâtiments de France (ABF) est associé à cette démarche.

Sans préjugé des propositions que pourra faire le maître d'œuvre en charge de la conception de cet ouvrage, la réflexion portera tout particulièrement sur l'insertion de la clôture de sécurité de la tranchée ouverte, des murs de soutènement et de la culée du viaduc.

Afin de prendre en compte le contexte (modèles organiques du merlon), l'ensemble pourrait être intégré dans une vague où la clôture prolonge le soutènement de la rampe et vient mourir dans la continuité du parapet du viaduc.

Par ailleurs, la jonction entre le merlon pourrait être parachevée afin d'assurer une parfaite cohérence des aménagements aux abords de l'ouvrage. Des plantations d'alignement complémentaires, à l'image de celle existantes, pourront également renforcer la cohérence de l'ensemble. Ces mesures seront définies en articulations avec l'ensemble des acteurs.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION POUR LA RAMPE DE MAGNY-LES-HAMEAUX

Les impacts résiduels de la transition de Magny-les-Hameaux sur le paysage sont considérés comme forts même si l'ouvrage est intégré dans ce paysage de transition.

4.1.4.5 Impacts et mesures du site de maintenance et de la transition de Palaiseau

Ce secteur est situé en marge du plateau. Il s'inscrit dans des boisements structurants que le projet de « Campus urbain » de l'Établissement Public Paris-Saclay prévoit de conforter et d'amplifier avec une lisière au Sud. Ce projet prévoit d'inscrire la RD36 dans un véritable « Park Way » et les ZAC de polytechnique dans un « Parc Campus » structuré par le végétal. Le projet prévoit notamment entre la plaine agricole et les nouveaux quartiers un « paysage de lisière » recomposé qui assure notamment des fonctions écologiques et de gestion des eaux. L'aménagement de la transition, du viaduc et du site de maintenance dans le prolongement motifs paysagers urbains de la ZAC Camille Claudel mais limite la plantation arborée autour des ouvrages.

Comme pour le viaduc et les gares, la Société du Grand Paris développe une charte architecturale et paysagère pour l'aménagement de ses sites industriels. Sans préjuger des propositions du maître d'œuvre de conception, la proposition architecturale pour le SMR et le viaduc intégrera les enjeux spécifiques du site et une ambition forte.



Exemple de SMR – Perspective du futur SMR de Champigny de la ligne 15 Sud (SGP)

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION POUR LE SITE DE MAINTENANCE ET LA RAMPE DE PALAISEAU

La conception des sites industriels du Grand Paris Express, y inclus le site de maintenance de Palaiseau, suit une démarche qualitative analogue à celle des gares. Une charte architecturale, urbaine et paysagère a ainsi été établie à l'échelle de l'ensemble du projet Grand Paris Express.

En lien avec les différents porteurs de projets (EPPS, département, CAPS...), le parti architectural et paysager de la transition et du SMR, et de leurs abords, intégrera et retraduit ces principes notamment dans l'organisation de l'échangeur et les plantations complémentaires prévues pour restaurer les continuités écologiques et qui contribueront au parti d'aménagement paysager tout en respectant les contraintes liées aux expérimentations réalisées par de SIRTÀ.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION POUR LE SITE DE MAINTENANCE ET LA RAMPE DE PALAISEAU

Les impacts résiduels du site de maintenance et de la transition de Palaiseau sur le paysage sont considérés comme modérés.

4.1.4.6 Impacts et mesure des ouvrages annexes

Les ouvrages annexes regroupent les puits de ventilation et les accès pompiers. Ces ouvrages sont de taille réduite.

Les puits de ventilation et accès pompiers ne seront pas « visuellement » raccrochés à un tracé et donc ne seront pas reconnus comme tels. Pour cette raison, il est prévu qu'ils soient aussi discrets que possible et intégrés à l'aménagement pré-existant ou à un projet portant sur l'ensemble de l'espace public du site concerné.



Exemples d'aspect des émergences des ouvrages annexes (© SGP)

Si l'aspect visuel définitif de chaque émergence liée aux ouvrages n'est pas totalement acté, ces ouvrages seront composés en surface d'une dalle de couverture pouvant être recouverte par des matériaux de même nature que l'aménagement environnant ou végétalisable (pelouse ou arbustes) équipée d'une trappe d'accès et d'une grille de ventilation (cf. ci-dessus). En fonction du contexte et dans de rares cas (cf. risque d'incendie ...), un édicule pourra être édifié.



Exemple d'émergence en surface d'un puits (© SGP)

Les ouvrages étant réduits, leur impact est potentiellement faible hormis sur certains secteurs sensibles. En effet les ouvrages ne sont pas de nature à modifier notablement la composition

urbaine ou sa perception, mais sans précautions, ces ouvrages pourraient apparaître incongrus et altérer ponctuellement certains sites.

Les ouvrages considérés comme sensibles sont ceux situés :

- En paysage agricole ouvert (AO3, OA4 et OA5 au niveau de la Plaine de Montjean à l'Est de Wissous) ;
- En contexte forestier (OA23 Forêt de Versailles) ;
- En marge de la vallée de la Bièvre (OA 21).

Les autres ouvrages annexes s'insèrent dans un contexte globalement urbanisé et industriel et sont donc moins sensibles.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION POUR LES OUVRAGES ANNEXES

Les études préliminaires ont cherché à éviter les secteurs les plus sensibles pour l'implantation de ces ouvrages tout en respectant la réglementation imposées au positionnement des accès de secours des infrastructures souterraines. Plusieurs critères ont été appliqués par la Société du Grand Paris dans ces choix d'implantation comme rappelés dans le chapitre « *Esquisse des principales solutions examinées et raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu* ».

D'une manière générale, afin de faciliter l'insertion paysagère des ouvrages annexes, une réflexion portant sur l'ensemble des espaces publics, leur fonction, les espèces végétales à utiliser et les matériaux de construction sera menée, en partenariat avec les collectivités concernées.

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...). L'usage de matériaux ou de formes trop standardisées qui paraîtraient trop « industriels » sera évité. Lorsqu'ils sont dans un contexte de jardin ou de milieux plus naturels, les plantations et reboisements sont des mesures simples d'intégration paysagère qui pourront être mises en œuvre.



Exemple de trappe intégré dans un espace minéral (© Biotope)

L'insertion de ces ouvrages doit être particulièrement travaillée lorsqu'ils s'inscrivent dans un contexte sensible.

La position des émergences définitives des ouvrages de la Plaine de Montjean, sera autant que possible ajustée lors des prochaines phases d'études techniques afin de les positionner le plus à proximité de la route de manière à éviter la formation de délaissés et d'enclaves dans l'espace agricole. Dans l'ambition de la Société du Grand Paris de restaurer la continuité paysagère du parcellaire agricole, une épaisseur de terre arable suffisante pourrait être régalée sur la partie de la dalle non utilisée. Ces mesures feront l'objet d'études spécifiques en phase de maîtrise d'œuvre et avec les exploitants.

Concernant l'OA21 situé en marge de la Vallée de la Bièvre, il sera situé hors du site classé et le réaménagement à l'issue des travaux sera particulièrement soigné en associant l'inspecteur des sites au projet.

Dans la forêt de Versailles, le projet de réaménagement prendra en compte le statut boisé au sens du code forestier de la parcelle. Si un édicule est nécessaire, il sera également positionné autant que possible en bordure des chemins forestiers. Il ne sera pas « posé » dans la pelouse. Des plantations arbustives d'accompagnement assureront l'intégration de ses volumes. Dans tous les cas il ne dépassera pas quelques mètres de haut (cf. abords de Versailles). Ces mesures seront définies en accord avec l'ONF et la DRIAAP.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION POUR LES OUVRAGES ANNEXES

Les impacts résiduels des ouvrages annexes sur le paysage sont considérés comme faibles. Il n'y a donc aucune mesure de compensation pour le paysage.

4.1.5. Synthèse des impacts et mesures concernant le paysage

Secteurs concernés	Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Section Orly - Palaiseau	Ouvrages situées dans le périmètre aéroportuaire : Gare Aéroport d'Orly OA1 et OA 2	Présence de chantiers puis des ouvrages	Phase chantier : Chantier faible nuisance Coordination des travaux avec le gestionnaire de l'aéroport Phase exploitation :	Les ouvrages sont intégrés dans les équipements aéroportuaires Impacts faibles	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet
	Ouvrages situés en paysage agricole : OA3 à OA6	Présence ponctuelle de chantiers puis des ouvrages	Phase chantier : Chantier faible nuisance Phase exploitation : Limitation du mitage et de la formation de délaissés (rapprochement des ouvrages des routes) Eviter la construction d'édicules ou les intégrer avec quelques plantations d'arbustes	Les ouvrages sont intégrés dans le paysage agricole périurbain Impacts faibles	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet
	Ouvrages en contexte urbain de Wissous à Palaiseau : Gare Antonypôle, Gare Massy Opéra, Gare Massy - Palaiseau, OA6 à OA13	Présence ponctuelle de chantiers puis des ouvrages	Phase chantier : Chantier faible nuisance Information renforcée des riverains pour les gares et pour certains ouvrages (OA7, OA8, OA9, OA13) Phase exploitation : Démarche de conception selon charte architecturale et paysagère en concertation avec les acteurs du territoire	Les ouvrages sont intégrés dans le tissu urbain Impacts faibles	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet
Section Palaiseau - Magny-Les-Hameaux	SMR et rampe de Palaiseau	Chantiers dans un secteur en mutation structuré par les boisements Présence des ouvrages	Phase chantier : Chantier faible nuisance coordonné avec les autres acteurs et avec programmation fine des abattages Phase exploitation : Démarche de conception selon charte architecturale et paysagère en concertation avec les acteurs du territoire	Les ouvrages sont intégrés dans le paysage de lisière du « Campus Urbain » Impacts modérés	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet

Secteurs concernés	Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
	Viaduc dans les quartiers de Polytechnique, de Corbeville et du Moulon Gare Palaiseau Gare Orsay-Gif	Chantiers dans un secteur en mutation Présence des ouvrages	Phase chantier : Chantier faible nuisance coordonné avec les autres acteurs Phase exploitation : Démarche de conception selon charte architecturale et paysagère en concertation avec les acteurs du territoire	Les ouvrages sont intégrés dans le paysage de lisière et les nouveaux quartiers du Campus Urbain Impacts modérés	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet
	Viaduc au niveau du Vallon de Corbeville (franchissement de la RN118)	Chantiers dans un secteur en mutation structuré par les boisements Présence de l'ouvrage	Phase chantier : Chantier faible nuisance avec limitation des abattages et terrassement (cf. tablier poussé) Phase exploitation : Démarche de conception selon charte architecturale et paysagère en concertation avec les acteurs du territoire	L'ouvrage franchit le vallon dans le respect de la structure du paysage Impacts modérés	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet
	Viaduc le long de la RN 118 entre les gares Orsay-Gif et CEA Gare CEA	Chantiers à proximité immédiate d'une route structurante et dans un paysage agricole Présence de l'ouvrage	Phase chantier : Chantier faible nuisance Phase exploitation : Démarche de conception selon charte architecturale et paysagère en concertation avec les acteurs du territoire intégrant la requalification des abords de la RN118 et un projet paysager pour le rond-point du Christ	Les ouvrages sont associés à un espace requalifié au sein du paysage agricole Impacts forts	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet
	Viaduc du CEA à Magny-les-Hameaux	Chantiers à proximité immédiate d'une route structurante (RD36), entre paysage agricole et villages en coteau Présence de l'ouvrage	Phase chantier : Chantier faible nuisance Phase exploitation : Démarche de conception selon charte architecturale et paysagère en concertation avec les acteurs du territoire intégrant les enjeux particulier de la frange du coteau	Les ouvrages sont intégrés dans un paysage de transition entre les villages et le plateau agricole Impacts forts	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet
Section Magny-Les-Hameaux - Versailles	Ouvrages situés dans les séquences du Pôle tertiaire et industriel de Guyancourt : Gare de Saint-Quentin Est, OA16 à 21	Présence ponctuelle de chantiers puis des ouvrages	Phase chantier : Chantier faible nuisance avec programmation fine des abattages Phase exploitation : Démarche de conception selon charte architecturale et paysagère en concertation avec les acteurs du territoire	Les ouvrages sont intégrés dans le tissu urbain Impacts faibles	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet

Secteurs concernés	Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
	Plateau de Satory : Gare de Satory, OA21 et OA22	Présence ponctuelle de chantiers puis des ouvrages	Phase chantier : Chantier faible nuisance avec réduction des emprises dans le site classé et attention sur la hauteur des grues (cf. monuments historiques) Phase exploitation : Démarche de conception selon charte architecturale et paysagère en concertation avec les acteurs du territoire	Les ouvrages sont intégrés dans le tissu urbain Impacts faibles	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet
	Coteau de Satory, forêt de Versailles OA 23	Présence ponctuelle de chantiers puis des ouvrages	Phase chantier : Chantier faible nuisance avec attention à porter sur la hauteur des grues (cf. monuments historiques) Phase exploitation : Démarche de conception selon charte architecturale et paysagère intégrant les spécificités du site (milieu forestier, périmètre de protection du Château de Versailles)	L'ouvrage est intégré dans le site Impacts modérés	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet
	Ville de Versailles : Gare de Versailles Chantier OA24	Présence ponctuelle de chantiers puis des ouvrages	Phase chantier : Chantier faible nuisance avec attention sur la hauteur des grues (cf. monuments historiques) Phase exploitation : Démarche de conception selon charte architecturale et paysagère intégrant les spécificités du site (milieu forestier, périmètre de protection du Château de Versailles)	L'ouvrage est intégré dans le paysage urbain de Versailles Impacts modérés	Phase chantier : Aucune Phase exploitation : Aucune	Phase exploitation : Aucune	Intégrés au projet

Légende : Impact résiduel nul/négligeable | Impact résiduel faible | impact résiduel modéré | Impact résiduel fort | Impact résiduel positif

5. Contexte pédologique, agricole et sylvicole

5.1. Pédologie

5.1.1. Rappel des enjeux liés à la pédologie

Les enjeux pédologiques concernent pour l'essentiel le plateau de Saclay du fait de la présence de sols à fort potentiel agricole. Sur le reste du fuseau d'étude de la Ligne 18, les sols sont très majoritairement artificialisés, sauf au niveau de la vallée de la Bièvre et de part et d'autre du camp de Satory à l'Ouest de la ligne.

5.1.2. Impacts et mesures en phase chantier

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

La réalisation de la Ligne 18 engendrera la disparition des sols en place aux endroits où le projet interfère avec la surface, à savoir les emprises chantier et les emprises des ouvrages et émergences. L'impact sera donc direct.

Deux secteurs de la Ligne 18 sont concernés par **un risque de réduction du potentiel pédologique** :

- La partie aérienne du projet au niveau du plateau de Saclay ;

Sur une partie de ce linéaire, le viaduc passe au niveau de terres agricoles. Il en résultera une disparition ou une dégradation potentielle de sols au fonctionnement actuellement naturel du fait :

- o Des excavations pour la réalisation des fondations des piles du viaduc ;
- o De la réalisation de pistes d'accès si nécessaire (compaction des sols) ;
- o Des emprises chantier (compaction des sols).

L'impact est considéré comme fort au niveau de cette section.

- la section souterraine entre Magny-les-Hameaux et Versailles

Cette section, bien que souterraine prévoit la réalisation des gares Saint-Quentin-Est, Satory et Versailles-Chantiers et d'ouvrages annexes (AO 17 à 24). Ces ouvrages ponctuels, sont localisés au niveau des unités pédologiques 29, 30, 31 et 33, définies par l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA), exploitées en agriculture.

Cependant, la confrontation de la carte des unités pédologiques avec l'utilisation actuelle des sols montre des évolutions significatives dans la partie Ouest du fuseau d'étude, entre la vallée de la Bièvre au Nord, Montigny-le-Bretonneux au Sud et les routes D36 et D91 à l'Est. Dans ce secteur, la carte identifie des sols appartenant à l'unité pédologique 29 alors qu'en réalité cette zone est

maintenant très largement urbanisée. La disparition de ces terres est donc antérieure à la réalisation du projet de la Ligne 18.

L'impact est considéré comme faible dans ce secteur.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Prise en compte de la Zone de Protection Naturelle, Agricole et Forestière (ZPNAF) du plateau de Saclay : les contraintes de la ZPNAF ont été prises en compte au niveau des études de tracé, ce qui a conduit à éliminer certaines options (cf. « Esquisses des principales solutions examinées et raisons pour lesquelles le projet a été retenu »). L'organisation des chantiers veillera par ailleurs à réduire les impacts sur les terres agricoles en limitant leur surface au strict nécessaire.

Réutilisation des terres : les sols superficiels excavés dans le cadre de la réalisation des piles du viaduc seront stockés en vue d'être redéposés dans la mesure du possible sur les surfaces sous viaduc (recherche équilibre déblais-remblais) pour la revégétalisation.

IMPACTS RÉSIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Les impacts résiduels à l'échelle du projet sont considérés comme moyen car la disparition des sols en place est définitive mais celle-ci est ponctuelle. Leur réutilisation ne permet pas de retrouver leur qualité initiale.

La perte de surfaces agricoles donnera lieu à indemnisation financière des exploitants. Les mesures de compensations prévues concernant l'agriculture sont précisées au chapitre suivant 5.2 « Agriculture ».

MESURES DE SUIVI

Aucune mesure de suivi relative à la pédologie n'est prévue.

5.1.3. Impacts et mesures en phase d'exploitation

La disparition des sols en place est un impact permanent lié à la phase chantier. Aucun impact n'est identifié en phase exploitation. En conséquence, aucune mesure n'est mise en place.

La perte d'usage des sols conservés en l'état susceptible d'être rendus inaccessibles par le projet est traitée dans les chapitres suivants.

5.1.4. Synthèse des impacts et mesures concernant la pédologie

Site concerné	Type de l'impact	Mesure d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Partie aérienne du tracé au niveau du Plateau de Saclay	Réduction du potentiel pédologique par disparition ou dégradation de sols agricoles	<p>En phases étude et chantier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prise en compte de la Zone de Protection Naturelle, Agricole et Forestière du plateau de Saclay - Limitation des emprises chantiers - Stockage des sols superficiels en vue de leur réutilisation sur les chantiers 	<p>En phase chantier (impact permanent) :</p> <p>Modérée : Perte limitée du potentiel pédologique par disparition ou dégradation de sols agricoles</p>	Pour les mesures de compensation agricoles, se référer au paragraphe suivante 6.2 « Agriculture »	/	Intégrés au coût des travaux

Légende : Impact résiduel nul/négligeable Impact résiduel faible Impact résiduel modéré Impact résiduel fort Impact résiduel positif

5.2. Agriculture

5.2.1. Rappel des enjeux liés à l'agriculture

Trois grands secteurs agricoles fonctionnels sont présents sur le fuseau d'étude de la Ligne 18:

- la Plaine de Montjean ;
- le plateau de Morangis ;
- et le plateau de Saclay.

L'agriculture est majoritairement orientée vers la culture de céréales, oléo-protéagineux et betteraves. Les rendements sont particulièrement élevés par rapport aux moyennes nationales en raison d'une terre de bonne qualité et les structures d'exploitation présentent un statut professionnalisé. L'activité agricole sur ces secteurs doit s'articuler avec le développement de plusieurs projets urbains.

Le plateau fait également l'objet d'une protection particulière avec la validation du périmètre de la Zone de Protection Naturelle Agricole et Forestière (ZPNAF) créé par la loi du 3 juin 2010 relative au Grand Paris. Cette zone de protection prévoit la sanctuarisation de 2 469 hectares, non urbanisable. L'interdiction d'urbaniser dans la zone de protection vaut servitude d'utilité publique et est annexée aux plans d'urbanisme des communes intégrées dans le périmètre fixé par le décret n° 2013-1298 du 27 décembre 2013. Toutefois, pour l'exercice de ses missions, l'organe délibérant de l'Etablissement Public de Paris-Saclay (EPPS) définit les secteurs indispensables au développement du pôle scientifique et technologique. Ces secteurs ne sont donc pas inclus dans la zone de protection.

5.2.2. Méthodologie et stratégie de maîtrise des impacts

La Société du Grand Paris a souhaité s'engager auprès des Organisations Professionnelles Agricoles pour limiter les effets induits de ce projet sur l'activité agricole et le milieu naturel, et d'envisager des systèmes de compensation pour les agriculteurs concernés.

Afin de réfléchir à une **stratégie de maîtrise foncière** et aux solutions de compensations qui permettront d'anticiper les impacts de cet aménagement sur les exploitations agricoles, et éventuellement environnementales ou de boisement, la Société du Grand Paris a signé une **convention de partenariat avec la Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural (SAFER)**.

En effet, la SAFER peut avoir connaissance d'opportunités foncières où être amenée à maîtriser (à l'amiable ou par exercice de son droit de préemption), sur un territoire élargi où exploitent notamment les agriculteurs concernés, des propriétés rurales agricoles ou naturelles. Ces dernières pourraient permettre d'une part la compensation par le biais d'échanges fonciers des exploitations agricoles touchées par l'emprise du projet ou d'autre part des compensations environnementales et/ou forestières.

Le partenariat SGP-SAFER vise donc plus particulièrement à :

- apporter une assistante technique de la SAFER à la Société du Grand Paris par sa connaissance des agriculteurs et des mouvements fonciers en zone rurale ;
- accompagner la maîtrise du foncier par la Société du Grand Paris au sein de ses périmètres d'intervention et notamment situés en zone agricole ou naturelle des documents d'urbanisme ou sur lesquels une activité agricole y est exercée, en s'appuyant sur les outils d'intervention foncière de la SAFER (opérations foncières par voie amiable, par préemption ou par échange, portage, ...).

A cet effet, la SGP sollicite le concours de la SAFER pour :

- Identifier les activités agricoles touchées par le projet de transport de la SGP ainsi que le mode de faire valoir des parcelles afin de mieux connaître les activités agricoles présentes au sein des futures emprises du projet ;
- Mesurer l'impact de son projet sur les activités agricoles ;
- Surveiller dans le cadre d'un dispositif de veille foncière les emprises nécessaires au projet et le territoire où exploitent les agriculteurs concernés ;
- Intervenir en préemption le cas échéant si des terrains sont vendus au sein de ces périmètres ;
- Prospector au sein de ces périmètres auprès des propriétaires disposés à vendre ou à libérer des surfaces agricoles en vue de constituer des réserves foncières ;
- Stocker des propriétés permettant de réaliser des compensations foncières pour les exploitants agricoles ou environnementales et forestières ;
- Proposer un protocole d'accord sur les modalités de calcul des indemnités d'éviction et le faire valider par la profession agricole et la Direction Nationale des Interventions Foncières ;
- Proposer aux agriculteurs concernés, ou à la Société du Grand Paris dans le cas des compensations environnementales ou forestières les propriétés mises en réserve ;
- Acquérir dans le cas de figure où des propriétaires et/ou des exploitants demanderaient la Réquisition d'Emprise Totale (RET) le foncier agricole et naturel non utile au projet de la SGP. Ces acquisitions par la SAFER se feront, sous réserve de validation par ses commissaires du gouvernement, au prix d'achat de la SGP.

5.2.3. Impacts et mesures en phase chantier

- **Risque de diminution temporaire de l'espace agricole et fragmentation des parcelles**

La Ligne 18 comporte une section aérienne entre Palaiseau et Magny-les-Hameaux et s'insère en souterrain entre Aéroport d'Orly et Palaiseau puis entre Magny-les-Hameaux et Versailles. La ligne présente une implantation en viaduc sur un linéaire cumulé de 12,9 kilomètres.

Les portions réalisées en souterrain induisent potentiellement une consommation de terres agricoles au niveau des puits d'entrée et de sortie des tunneliers, au niveau des tranchées couvertes ainsi qu'au niveau des gares et des ouvrages annexes.

Concernant les **tronçons souterrains**, les impacts par effet d'emprise se limitent aux émergences d'ouvrage. Les orientations de production des exploitations concernées par ces émergences sont données ci-dessous sur la base du Registre Parcellaire et Graphique (RPG) de 2012 :

- Emprise chantier de l'OA 4 située sur un îlot de culture de 9,04 ha cultivés en blé tendre et qui concerne l'exploitation 091-406281 ;
- Emprise chantier de l'OA 5 située sur deux îlot de cultures de respectivement 0,17 ha cultivés en blé tendre et 5,20 ha cultivés en céréales. Ces emprises concernent l'exploitation 091-406266 ;
- Emprise chantier de l'OA 6 située sur un îlot de culture de petite superficie (0,55ha) cultivée en blé tendre et qui concerne l'exploitation 091-406281 ;
- Emprise chantier de l'OA 7 située sur un îlot de culture de 1,22 ha cultivée en fruits à coque et qui concerne l'exploitation 091-406581 ;
- Emprise chantier de l'OA 14 située sur un îlot de culture de 6,65 ha cultivée en colza et qui concerne l'exploitation 091-406074.

Concernant le **tronçon en aérien** compris entre Palaiseau et Magny-les-Hameaux, les impacts se limitent à :

- l'emprise chantier du viaduc sur le plateau de Saclay ;
- la transition aérien/souterrain au niveau du secteur Camille Claudel à Palaiseau
- la transition aérien/souterrain au niveau du Golf National de Guyancourt.

Les emprises chantier sur ce secteur occupent environ 27 ha de terres agricoles principalement cultivées en blé tendre et en maïs grain et ensilage d'après le RPG 2012 impliquant 13 exploitations différentes (091-406074, 091-406488, 091-406309, 091-406804, 091-406149, 091-406737, 091-406585, 091-406817, 091-4063608, 091-406453, 091-406826, 078-355257, 078-355496).

Ces exploitations et leur localisation par rapport à la Ligne 18 sont représentées sur la carte de synthèse page 327.

Au total, les emprises chantier du projet de métro de la Ligne 18 (sections souterraines et aérienne) occupent sur la base de la définition du projet en études préliminaires environ 28 ha de terres agricoles exploitées ou exploitables.

Cependant, la réalisation des travaux peut impliquer une impossibilité de cultiver une surface plus grande de l'îlot pour différentes raisons : inaccessibilité de certaines parcelles, parcelles trop petites pour fournir un gain économique, etc.

Les zones agricoles situées sur le plateau de Saclay seront sans doute concernées par cet impact. Les travaux concernent des îlots de culture qui occupent environ 532,21ha sur le fuseau d'étude. Il pourra s'agir d'îlots coupés de part et d'autre par le chantier. **L'identification de ces îlots entrecoupés en leur sein par le projet concerne 6 exploitations différentes connues.**

La réduction des espaces agricoles revient en effet à diminuer les surfaces d'exploitations. Or la surface cultivée par un agriculteur dépend directement les revenus et impacte, par conséquent, la rentabilité de l'exploitation. Une perte de surface exploitable implique directement une perte de résultats et fragilise l'exploitation. Une diminution notable des surfaces agricoles peut également fragiliser l'ensemble de la filière liée à la production de céréales et oléo protéagineux sur le territoire.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

- **Lancer une démarche de consultation auprès des exploitations (prévenir des travaux – localisation des piles en coordination avec les exploitants)**

De manière à limiter les impacts sur les récoltes, la Société du Grand Paris a engagé une démarche de consultations auprès des exploitants. Pour la bonne réalisation de cette mission, la Société du Grand Paris s'est adjoint les services d'un opérateur foncier.

La concertation avec les exploitants est un moyen d'identifier les contraintes de chaque type d'exploitation (matériel agricole, engins agricoles, etc.) et d'adapter le programme de conception du viaduc en fonction (position de certaines piles). Cette démarche permettra le cas échéant d'anticiper des démarches de compensation financière ou de rétrocession de parcelle aux exploitants impactés.

- **Conservation des premiers horizons de terre et remise en état des sols après travaux**

Durant les travaux, les mesures nécessaires à la remise en état des terres agricoles qui seront de nouveau exploitées seront réalisées.

L'opération de décapage de la terre de découverte s'effectuera en respectant les différents horizons, notamment en ce qui concerne l'horizon humifère (terre végétale). Le décapage de la terre de découverte se fera notamment par temps sec et sur sol non détrempe. Afin d'éviter tout écrasement, compression ou laminage de la terre végétale, des précautions seront prises pour remédier à ces inconvénients, notamment, la méthode de décapage et les engins utilisés.

Le stockage de la terre et sa restitution feront l'objet d'une attention particulière dans le cadre des mesures de remise en état.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

La diminution temporaire des surfaces agricoles disponibles liées au projet impacte 18 exploitations à l'échelle du projet. Les études approfondies du projet permettront de préciser ces impacts et d'identifier, le cas échéant, si un besoin de compensation est prévu. Cette compensation sera effective si un impact résiduel est clairement identifié à l'échelle de la filière ou à l'échelle de l'exploitation.

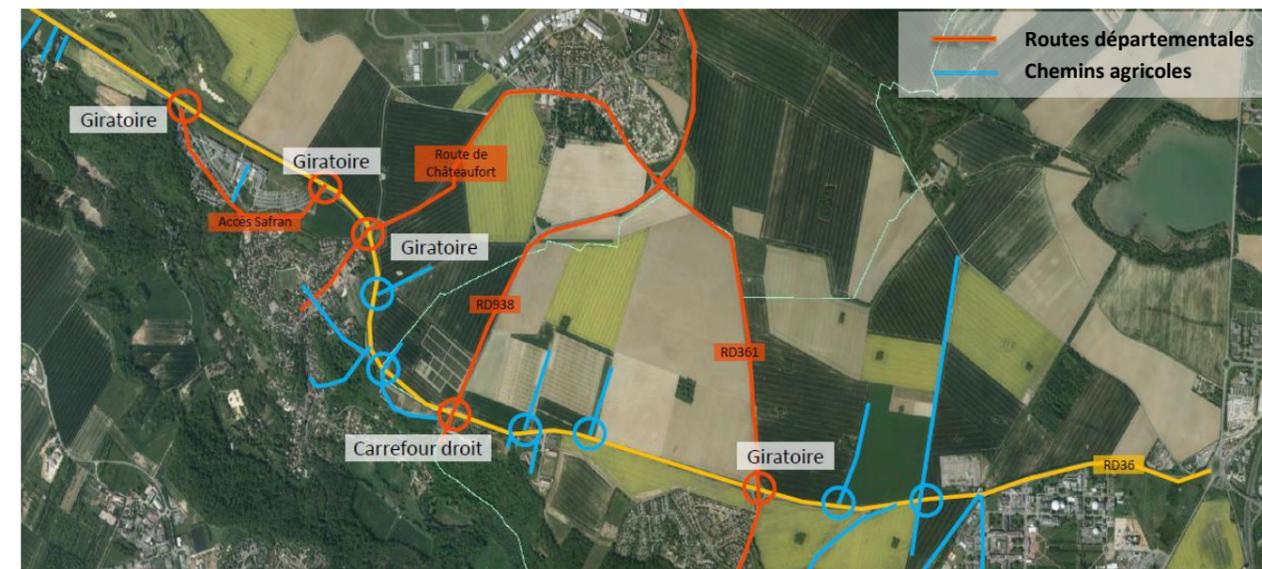
Les mesures de compensation pourront alors s'appuyer sur la mise en place d'actions identifiées dans le cadre du plan d'action de la ZPNAF.

Soutien financier pour compenser la perte de résultat temporaire des exploitations : une indemnisation selon les barèmes en vigueur lié à la perte de résultat temporaire des exploitations lors de la phase chantier sur les parcelles qui seront de nouveau exploitées sera mise en œuvre enfin de ne pas fragiliser les exploitations.

- **Risque de perturbation de l'activité agricole et des chemins agricoles**



Chemins agricoles sur le plateau de Saclay (SAFER)



Contraintes liés aux chemins agricoles sur le plateau de Saclay (SGP)

Le projet est susceptible d'interrompre temporairement des chemins agricoles. Les contraintes à prendre en compte liés aux chemins agricoles sont représentées sur les cartes ci-dessus. Certaines parcelles seront difficilement accessibles (temps de trajet augmenté notamment) toutefois les circulations agricoles sur les axes routiers ne seront pas interrompues.

Les emprises chantier occupent une surface relativement faible d'exploitation agricole, d'environ 28 ha. Cette surface ne remet pas en cause la pérennité des exploitations puisque cet impact est temporaire.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Conservation des chemins agricoles ou déviation au plus près si impossibilité : les chemins agricoles seront déviés au plus près de l'existant lorsque cela est possible si le projet interfère avec ces cheminements. L'ensemble des chemins agricoles seront remis en état suite aux travaux, y compris ceux situés au niveau des emprises du viaduc.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

La diminution de la fonctionnalité des exploitations liée au projet est potentielle durant la phase de chantier. Les études approfondies du projet permettront de préciser ces impacts et d'identifier, le cas échéant, si le besoin de compensation est prévu. Cette compensation sera effective si un impact résiduel est clairement identifié à l'échelle de la filière ou de l'exploitation.

MESURES DE SUIVI

L'accessibilité des parcelles par les exploitants fera l'objet d'un suivi en phase chantier.

• **Impacts sur le drainage agricole**

Il n'existe pas de plans de localisation des drains agricoles à l'échelle globale (mise en place du réseau trop ancien). Le risque de rupture de drains sub-superficiels est donc considéré à ce stade comme important lors de la réalisation des travaux. Certaines cultures sont sensibles au besoin en eau. Dans le cas d'une sensibilité à l'excès d'eau, la rupture de drains peut entraîner une accumulation d'eau à la surface d'un champ et ainsi réduire la production.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Assurer un relevé du réseau de drainage : un relevé du réseau de drainage auprès des différents exploitants agricoles et la réalisation d'avant trou préliminaire aux terrassements permettra d'identifier les drains et d'envisager leur dérivation/remplacement.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Lors de la rupture de drain ou dans l'impossibilité de les maintenir au regard de l'emprise chantier (et des fondations du viaduc), un remplacement et/ou drainage de substitution sera mis en place en concertation avec l'exploitant concerné.

5.2.4. Impacts et mesures en phases exploitation

• **Risque de diminution de l'espace agricole disponible et fragmentation**

La majeure partie des espaces impactés dans le cadre des travaux seront remis en état. Ainsi, en phase d'exploitation, **le projet de la Ligne 18 induit une consommation de terres agricoles de 0,60 ha environ au niveau des sections souterraines** au niveau des ouvrages suivants :

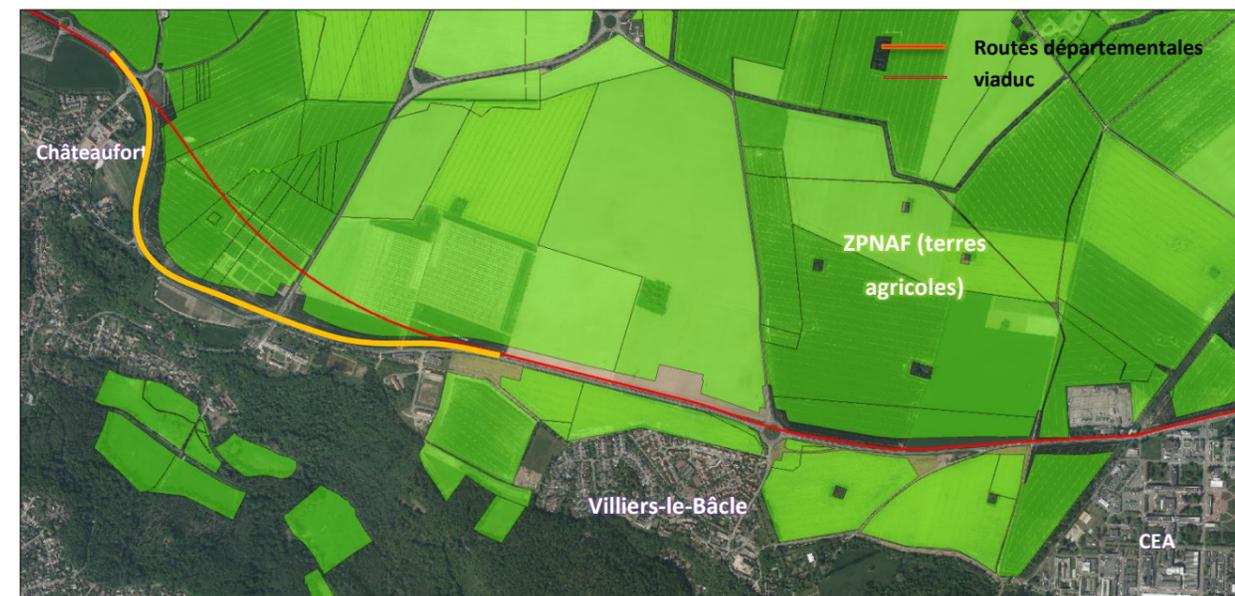
- OA 4 environ 700 m² (exploitation 091-406281) ;
- OA 5 environ 900 m² (exploitation 091-406266) ;
- OA 6 environ 400 m² (exploitation 091-406281) ;
- OA 7 environ 700 m² (exploitation 091-406581) ;
- OA 14 environ 3 500 m² qui seront impactés précédemment par le projet de ZAC Camille Claudel (exploitation 091-406074)

Le projet implique la destruction directe d'une superficie très faible de terres agricoles sur 4 exploitations différentes et essentiellement sur les communes de Wissous et Palaiseau.

Les sections de la ligne réalisées en aérien induisent une consommation de terres agricoles au niveau des piles du viaduc et au niveau du sol naturel pour la gare Orsay-Gif et Palaiseau essentiellement. Ces gares s'implantent sur des terrains en reconversion dans le cadre du développement des projets urbain de la ZAC Polytechnique et de la ZAC Moulon.

Le projet n'est pas suffisamment précisé pour évaluer l'impact précis de cette emprise sur les terres agricoles. Dans une première approche, il est possible de noter que des espaces agricoles seront perturbés sur une surface correspondant au minimum à la surface du viaduc en phase d'exploitation (linéaire d'environ 10 km concerné par des espaces agricoles pour une largeur de 10 m).

Seule la station expérimentale ARVALIS –« Institut du végétal, l'institut technique au service des agriculteurs et des filières » (exploitation 078-355257 du RPG 2012), situé au Nord de la RD 36 sera traversée sur une partie par le viaduc. Cette implantation entraîne un risque de fragmentation fort. Toutefois l'exploitation est utilisée sous forme de micro-parcelles pour la réalisation d'essais d'expérimentation. Le rendement économique de l'exploitation n'est donc pas remis en cause.



Interfaces le long de la RD 36 (SGP)



Interface le long de la RN 118 (SGP)

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

- **Réflexion sur l'implantation du viaduc :** la Société du Grand Paris a recherché à positionner l'infrastructure du viaduc au plus près des axes routiers existants (RN 36 et RN118) afin d'éviter de traverser des parcelles agricoles et de fragmenter le parcellaire.

Concernant l'exploitation ARVALIS, et de manière plus globale pour toutes exploitations qui seraient concernées par un risque important de fragmentation, la Société du Grand Paris travaille en lien avec les organisations agricoles et la SAFER pour identifier des terrains dans la continuité des parcelles existantes pour ne pas diminuer la surface agricole utile.

- **Permettre aux agriculteurs de se réapproprier les espaces situés sous le viaduc :** un travail sur la hauteur du viaduc pour permettre la circulation des machines agricoles a été effectué. En phase de conception, un travail complémentaire sur le profil du viaduc en coordination avec les agriculteurs du plateau de Saclay, permettra d'optimiser les surfaces cultivables après travaux.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Des impacts peuvent subsister si certains espaces sous les viaducs ou au niveau des piliers ne peuvent plus être exploités par les agriculteurs.

Dans le cadre de la réalisation de ces ouvrages, et des procédures de maîtrise foncière, les exploitants agricoles seront indemnisés dans le cadre de la résiliation partielle de leur bail agricole, et de leur perte d'exploitation.

- **Risque de diminution de la production**

Des baisses de production peuvent s'opérer au regard de modifications hydrauliques et lumineuses sous le viaduc. Il n'est pas exclu que les parcelles sous la bande du viaduc (tablier de 10 mètres en hauteur) fassent l'objet d'une diminution de rendement pour les raisons suivantes : faible production de la zone concernée, surcoûts liés à l'exploitation de cette zone, etc.

MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

Dans la mesure du possible, les piliers seront disposés en bordure de parcelle de manière à limiter l'impact par emprise sur la production.

Gestion des eaux pluviales en dessous des piles au regard des zones agricoles

Il est envisagé à ce stade d'avancement des réflexions une collecte des eaux de ruissellement directement sur le tablier du viaduc (linéaire de 13 km pour une largeur de 10 m environ soit une surface nouvellement imperméabilisée de 10m²/ml).

Ces eaux collectées pourraient ensuite être récupérées au droit de chacune des piles via des systèmes de chutes. A ce stade des études de conception le système d'assainissement n'est pas encore précisément défini, à savoir une régulation en pied de chute au droit de chacune des piles avant rejet au milieu ou réseau existant, ou réalisation de zones de régulation mutualisées interceptant les ruissellements en provenance de plusieurs piles.

Quoiqu'il en soit, les rejets seront soumis à la Loi sur l'eau et devront se conformer à la doctrine de gestion des eaux sur le plateau de Saclay décrite dans les chapitres précédents.

La conception du système de gestion des eaux pluviales aura pour nécessité de conserver le même niveau d'alimentation de la nappe par les eaux de ruissellement que la situation actuelle, notamment grâce aux principes de stockage à la parcelle. Ces principes permettront de maintenir l'alimentation de l'ensemble des zones humides et d'éviter leur assèchement. Cet objectif sera atteint par la mise en place de dispositifs « diffus » de gestion des eaux pluviales (fossés, dépressions, autoépuration « naturelle »).

Ces ouvrages permettront d'infiltrer les eaux pluviales de la manière la plus homogène possible, dans la limite de capacité d'infiltration des sols. L'infiltration des eaux pluviales sera également favorisée sur tous les espaces non constructibles autour des éléments projets de la Ligne 18.

Ces ouvrages de collecte et de régulation seront déjà présents pour tout ou partie lors de la phase travaux.

IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Les études approfondies du projet permettront de préciser ces impacts et d'identifier, le cas échéant, si le besoin de compensation est prévu. Cette compensation sera effective si un impact résiduel est clairement identifié à l'échelle de la filière ou à l'échelle de l'exploitation.

Si des impacts résiduels étaient identifiés dans les filières de production, les mesures de compensation pourraient alors s'appuyer sur la mise en place d'actions identifiées dans le cadre du plan d'action de la ZPNAF (à venir sur la base du diagnostic de la ZPNAF validé).

5.2.5. Synthèse des impacts et mesures concernant le milieu agricole

Les impacts du projet sur l'agriculture sont essentiellement temporaires et liés à la phase chantier.

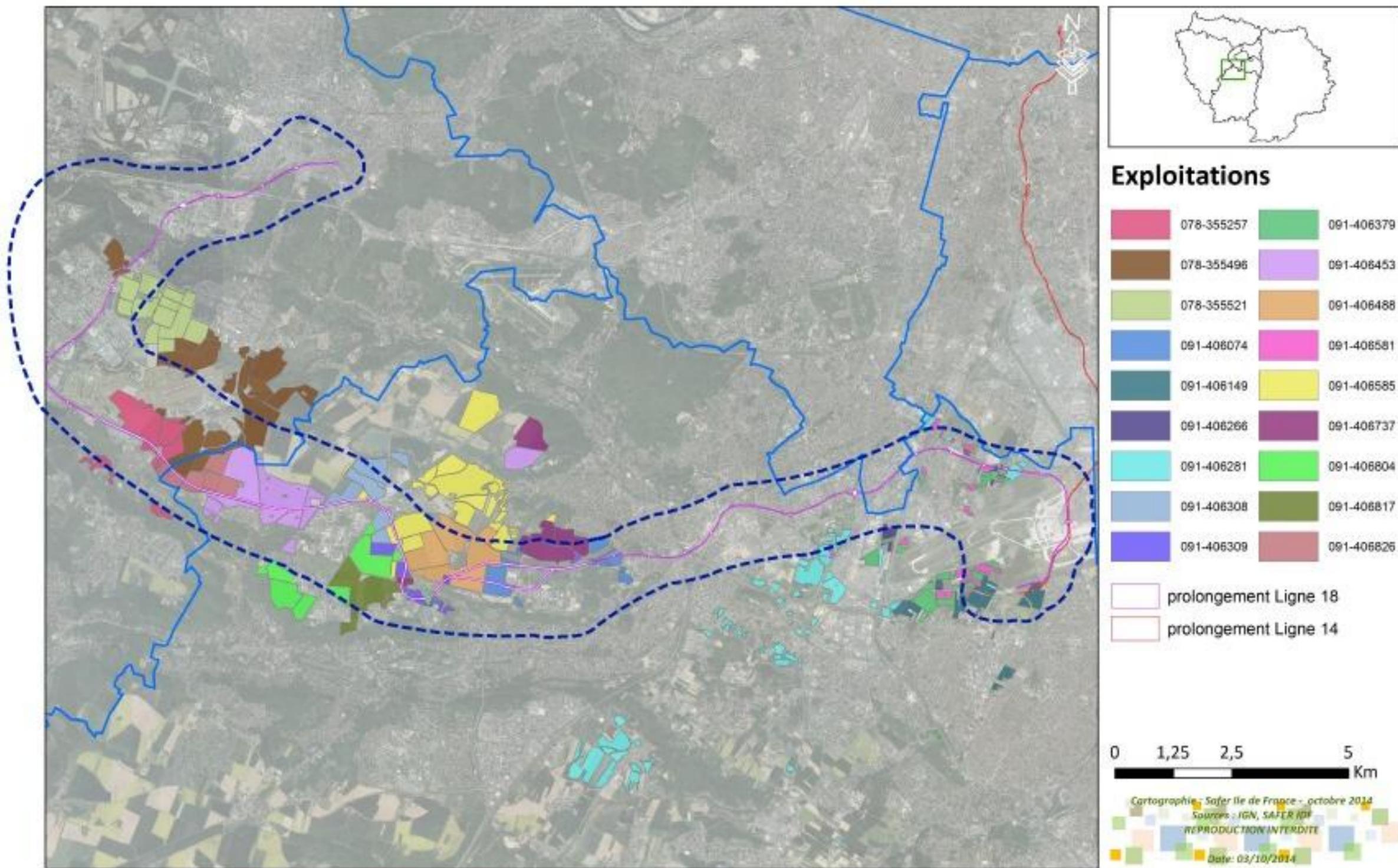
Les impacts permanents se limitent à environ 0,6 ha au niveau des futurs ouvrages de sécurité. En revanche, l'impact sur la production en phase d'exploitation du viaduc (ombrage, etc.) est difficilement évaluable en étude préliminaire et se limite à une identification de perturbation potentielle sous le viaduc. Des précisions seront apportées dans les études réglementaires à venir lorsque la définition du tablier et l'implantation des piliers seront fixés.

Le projet n'est pas de nature à remettre en cause le fonctionnement agricole du plateau de Saclay, de la plaine de Montjean ou du plateau de Morangis.

Sites concernés	Type de l'impact	Mesures d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
Ouvrages annexes : OA 4, OA 5, OA 6, OA 7 et OA 14 Gare Orsay-Gif et Palaiseau	<p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diminution temporaire de l'espace agricole disponible et fragmentation des parcelles - Perturbation de l'activité agricole et des chemins agricoles (risque de diminution de la fonctionnalité des exploitations) - Risque d'impacts sur le drainage agricole <p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diminution de l'espace agricole disponible et fragmentation 	<p><u>Phase étude :</u></p> <p>Localisation des implantations des ouvrages</p> <p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lancer une démarche de consultation auprès des exploitations (prévenir des travaux – localisation des piles en coordination avec les exploitants) - Conservation des chemins agricoles ou déviation au plus près si impossibilité - Assurer un relevé du réseau de drainage 	Faible à modéré	Soutien financier pour compenser la perte de résultat temporaire des exploitations	<p><u>En phase chantier :</u></p> <p>Suivi de l'accessibilité des parcelles en phase chantier</p>	<p>Grille de calcul des compensations des chambres</p> <p>Intégré aux coûts du projet</p>
Emprise sous viaduc	<p>Impacts identiques à ceux des ouvrages annexes et impact spécifique en <u>phase exploitation</u> :</p> <p>Risque de diminution de la production sur les secteurs où des modifications hydrauliques et lumineuses sont identifiées</p>	<p>Mesures identiques à ceux des ouvrages annexes et mesures spécifique :</p> <p><u>En phase chantier :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Conservation des premiers horizons de terre et remise en état des sols après travaux <p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Permettre aux agriculteurs de se réappropriier les espaces situés sous le viaduc - les piliers seront disposés en bordure de parcelle 				

Légende : Impact résiduel nul/négligeable | Impact résiduel faible | impact résiduel modéré | Impact résiduel fort | Impact résiduel positif

Exploitations agricoles au droit du projet de la Ligne 18 (SAFER)



5.3. Sylviculture

5.3.1. Rappel des enjeux liés à la sylviculture

Le fuseau d'étude de la Ligne 18 comporte plusieurs grandes forêts domaniales que sont la forêt de Palaiseau, la forêt de Port Royal et celle de Versailles. Ces trois massifs bénéficient d'un document de gestion et sont gérés par l'Office National des Forêts.

Une seule forêt privée est identifiée à Villiers-le-Bâcle dans le domaine du Château. Celle-ci bénéficie également d'un plan de gestion simple attesté par le Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF).

5.3.2. Impacts et mesures en phase chantier

Le projet n'intersecte aucun boisement de production en phase chantier.

Aucun impact direct ou indirect n'est identifié sur les forêts de production. Aucune mesure ne nécessite d'être mise en œuvre.

5.3.3. Impacts et mesures en phase d'exploitation

Le projet n'intersecte aucun boisement de production en phase d'exploitation.

Aucun impact direct ou indirect n'est identifié sur les forêts de production. Aucune mesure ne nécessite d'être mise en œuvre.

5.3.4. Synthèse des impacts et mesures concernant le milieu sylvicole

La gestion sylvicole connue sur le fuseau d'étude ne se trouve pas changée du fait du projet. Aucun impact lié au projet n'est identifié sur les forêts de production. Par conséquent, aucune mesure n'est mise en œuvre.

Sites concernés	Type de l'impact	Mesures d'évitement et de réduction	Niveau d'impact résiduel	Mesure de compensation	Mesures de suivi	Coûts
aucun	Aucun impact	Aucune mesure	Nul	-	-	-

Légende :

Impact résiduel nul/négligeable	Impact résiduel faible	Impact résiduel modéré	Impact résiduel fort	Impact résiduel positif
---------------------------------	------------------------	------------------------	----------------------	-------------------------