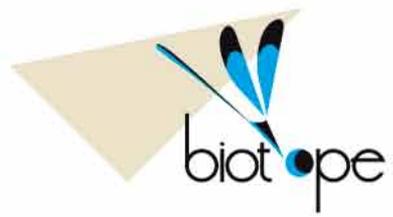


SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS

Evaluation stratégique environnementale du réseau de métro automatique du Grand Paris

Evaluation des incidences

collection des études



Introduction

La Directive européenne 2001/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement a pour objet d'assurer un niveau élevé de protection de l'environnement, et de contribuer à l'intégration de considérations environnementales dans l'élaboration et l'adoption de plans et de programmes. Cette prise en compte a pour but de promouvoir un développement durable en prévoyant que certains plans et programmes susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement soient soumis à une évaluation environnementale.

Aussi, au regard du champ d'application de cette directive, une évaluation environnementale du projet de réseau de métro automatique du Grand Paris est-elle nécessaire.

Ce rapport présente les impacts potentiels de ce projet sur l'environnement et les mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement qui peuvent être proposées (phase 2 du rapport environnemental). Cette analyse se base sur la projection de différents scénarios pour ce réseau de transport : aérien, terrestre ou souterrain. Le travail d'identification des contraintes et secteurs à enjeux de la phase 1 est croisé avec les scénarios « souterrain et en surface » pour ce projet.

Une tentative de qualification des impacts induits et cumulés est ébauchée pour les différents scénarios au vu des informations disponibles à ce stade du projet. Une première évaluation des impacts résiduels est présentée et les catégories de mesures compensatoires qui peuvent être envisagées sont listées.

Sommaire

I.	Caractéristiques générales du projet	16
I.1	Insertion souterraine	16
I.1.1	Ligne	16
I.1.2	Stations	16
I.1.3	Ouvrages annexes	17
I.2	Insertion au sol	17
I.2.1	Ligne	17
I.2.2	Stations	17
I.2.3	Ouvrages annexes	17
I.3	Insertion en viaduc	18
I.3.1	Ligne	18
I.3.2	Stations	18
I.3.3	Ouvrages annexes	18
I.4	Vitesse commerciale et temps de parcours	19
II.	Rappel des enjeux et contraintes identifiés en phase 1	20
II.1	Secteurs à contraintes aérienne et terrestre	20
II.1.1	Méthodologie	20
II.1.2	Analyse	22
II.2	Secteurs à contraintes souterraines	24
II.2.1	Méthodologie	24
II.2.2	Analyse	24
III.	Définitions et analyses des impacts	26
III.1	Mobilité, accessibilité	26
III.1.1	Méthodologie	26
III.1.2	Hypothèses d'usage du sol et demande de transport en 2035	28
III.1.3	Contribution du métro automatique à la maîtrise de l'étalement urbain	32
III.1.4	Accessibilité	42

III.1.5	Distribution des déplacements avec et sans projet en 2035	52
III.1.6	Choix du mode de transport avec et sans projet en 2035	53
III.1.7	Fréquentation des réseaux avec et sans projet en 2035	57
III.1.8	Autres impacts	65
III.1.9	Mesures d'accompagnement	67
III.2	Air, énergie et climat	72
III.2.1	Methodologie	72
III.2.2	Air	85
III.2.3	Energie	93
III.2.4	Climat	98
III.3	Acoustique	101
III.3.1	Volet bruit	101
III.3.2	Volet vibration	135
III.4	Sol, sous-sol et eaux souterraines	142
III.4.1	Topographie	142
III.4.2	Pédologie	146
III.4.3	Géologie	148
III.4.4	Hydrogéologie	153
III.5	Eaux de surface	165
III.5.1	Réglementation	165
III.5.2	Définition des types d'impacts potentiels du projet	166
III.5.3	Analyse des impacts du projet	168
III.5.4	Propositions de mesures d'évitement et de réduction	171
III.5.5	Impacts résiduels après la mise en place de mesures	173
III.5.6	Propositions de mesures compensatoires	173
III.6	Faune - Flore	174
III.6.1	Définition des types d'impacts potentiels du projet	174
III.6.2	Analyse des impacts du projet	178
III.6.3	Propositions de mesures d'évitement et de réduction	190
III.6.4	Impacts résiduels après la mise en place de mesures	196
III.6.5	Impacts induits	199
III.6.6	Impacts cumulés	201
III.6.7	Cas des Sites Natura 2000	203
III.6.8	ZPS FR 1112013 « Sites de Seine-Saint-Denis »	205
III.6.9	Autres sites Natura 2000 à proximité du projet	230

III.7 Agriculture	231
III.7.1 Définition des types d'impacts potentiels du projet	231
III.7.2 Analyse des impacts du projet	234
III.7.3 Propositions de mesures d'évitement et de réduction	237
III.7.4 Impacts résiduels après la mise en place de mesures	238
III.7.5 Proposition de mesures de compensation	238
III.7.6 Impacts induits et Effets indirects	239
III.8 Paysage, patrimoine architectural et archéologique	240
III.8.1 Paysage naturel	240
III.8.2 Patrimoine architectural, paysager et archéologique	250
III.9 Aménagement du territoire	257
III.9.1 Rappel des enjeux des territoires du fuseau	257
III.9.2 Capacité théorique de densification du fuseau d'ici 2035	273
III.9.3 Impacts de l'infrastructure sur l'aménagement du territoire	297
III.9.4 Opportunités pour un tracé en aérien et propositions de tracé	306
III.10 Interactions eau/sol/sous-sol et activités humaines	317
III.10.1 Aspects réglementaires	317
III.10.2 Définition des types d'impacts potentiels du projet	318
III.10.3 Analyse des impacts du projet	320
III.10.4 Propositions de mesures d'évitement et de réduction	322
III.10.5 Impacts résiduels après la mise en place de mesures	323
IV. Synthèse globale	324
IV.1 Thèmes généraux	324
IV.1.1 Mobilité, accessibilité	324
IV.1.2 Air	327
IV.1.3 Energie	330
IV.1.4 Climat	331
IV.1.5 Volet bruit	333
IV.2 Synthèse par tronçon	336
IV.2.1 Scénario souterrain	337
IV.2.2 Scénario aérien/terrestre	339
IV.2.3 Synthèse globale	341

IV.3 Propositions de localisation des gares	343
IV.3.1 Méthodologie	343
IV.3.2 Application des opportunités	346
IV.3.3 Respect de la vitesse commerciale	353
IV.3.4 Première synthèse	354
IV.3.5 Confrontation aux contraintes de terrain	356
V. Modalités de l'analyse ex-post	358
V.1 Contexte	358
V.1.1 La loi « LOTI »	358
V.1.2 Objectifs de l'analyse ex-post	358
V.1.3 Méthodologie	359
V.2 Proposition d'Indicateurs pour l'évaluation environnementale	362
V.2.1 Changement climatique et énergie propre	362
V.2.2 Biodiversité et ressources naturelles	364
V.2.3 Transports et mobilité durables	365
V.2.4 Santé publique, nuisances et risques	368
VI. Bibliographie	372
VII. Annexes	374

Tables des illustrations

☞ Note : Pour des questions pratiques, les tableaux, figures et cartes ont été numérotés comme suit :

☞ Référence de la partie auxquels ils sont rattachés (2^{ème} niveau de titre voire 3^{ème} niveau de titre) - tiret- le numéro de l'illustration dans cette partie.

Tableaux :

<i>Tableau III.1.5-1 : Part des déplacements en transport public, à l'origine, dans les déplacements mécanisés (excepté les deux-roues), à l'heure de pointe du matin en 2035 (Sources : résultats de modèles de la DREIF).</i>	56
<i>Tableau III.1.5-2 : Bilan de fréquentation du réseau de transport public en 2005 et 2035, avec et sans projet (Source : SGP)</i>	57
<i>Tableau III.1.5-3 : Bilan de fréquentation du réseau routier en 2005 et 2035, avec et sans projet (Sources : données DREIF)</i>	60
<i>Tableau III.2.1-1 : Indicateurs d'émission du transport routier en Ile-de-France (résultats de modèles).</i>	87
<i>Tableau III.2.2-1 : Indicateurs énergétiques relatifs au transport routier en Ile-de-France (résultats de modèles).</i>	95
<i>Tableau III.2.3-1 : Indicateur climatique relatif au transport routier en Ile-de-France (résultats de modèles).</i>	99
<i>Tableau III.3.1-1 Valeurs limites pour le bruit ferroviaire (Source : arrêté du 8 novembre 1999)</i>	1033
<i>Tableau III.3.1-2 Valeurs limites pour le bruit routier (Source : arrêté du 5 mai 1995)</i>	1033
<i>Tableau III.3.1-3 : Classement des infrastructures de transport terrestre (Source : arrêté du 30 mai 1996)</i>	1044
<i>Tableau III.3.1-4 : Emergences limites applicables pour les installations classées (Source : arrêté du 23 janvier 1997)</i>	105
<i>Tableau III.3.1-5 : Part de la population gênée et très gênée selon les niveaux d'exposition de bruit (L_{den}) occasionnés par le trafic aérien, routier et ferroviaire (diagramme Mediema) (Source : commission européenne 2002 « Position paper on relationships between transportation noise and annoyance »)</i>	107
<i>Tableau III.3.1-7 : niveaux sonores pour un métro type MP89 (Source : données RATP 2010)</i>	114

<i>Tableau III.3.1-8 : distance en mètre par rapport aux voies de métro pour atteindre les isophones LA_{eq}(1h) 65, 60, 55, 50, 45 et 40 dB(A) pour une propagation en terrain plat, en champs libre et le trafic métro prévisible en heure de pointe</i>	115
<i>Tableau III.3.1-9 : niveaux sonores pour un métro de type MP89 (Source : données RATP 2010)</i>	122
<i>Tableau III.3.1-10 : Synthèse des mesures proposées pour le volet bruit</i>	134
<i>Tableau III.6.1 : Types d'impacts potentiels identifiés à ce stade du projet</i>	176
<i>Tableau III.6.2-1 : Evaluation des impacts sur le milieu naturel par tronçon</i>	184
<i>Tableau III.6.2-2 : Récapitulatif des enjeux par tronçons</i>	186
<i>Tableau III.6.2-3 : Evaluation des impacts potentiels par tronçon</i>	188
<i>Tableau III.6.3 : Mesures de réduction générale proposées en fonction de l'impact identifié</i>	192
<i>Tableau III.6.4 : Impacts résiduels après mise en place de mesures en fonction du scénario choisi</i>	197
<i>Tableau III.7.1 : Impacts potentiels du projet de métro automatique du Grand Paris sur le milieu agricole</i>	232
<i>Tableau III.7.2 : Impacts potentiels par tronçon</i>	235
<i>Tableau III.7.3 : Proposition de mesures de réduction</i>	237
<i>Tableau III.7.4 : Impacts résiduels après la mise en place de mesures</i>	238
<i>Tableau III.7.6 : Effets indirects du projet sur les espaces agricoles et propositions de mesures</i>	239
<i>Tableau III.8.1-1 : Synthèse des impacts paysagers au niveau des secteurs à enjeux</i>	245
<i>Tableau III.8.1-2 : Propositions de mesures d'évitement et de réduction pour un scénario aérien</i>	248
<i>Tableau III.8.1-3 : Propositions de mesures d'évitement et de réduction pour un scénario souterrain</i>	249
<i>Tableau IV.1.2-1 : Indicateurs d'émission du transport routier en Ile-de-France (résultats de modèles).</i>	327
<i>Tableau IV.1.3 : Evolution de la consommation de carburants en fonction de l'horizon</i>	330
<i>Tableau IV.1.4 : Emissions de CO₂ relatives au transport routier en France sur base des résultats du modèle</i>	331
<i>Tableau IV.1.2 : Synthèse des impacts par tronçon pour le scénario souterrain</i>	337
<i>Tableau IV.1.3 : Synthèse des impacts par tronçon pour le scénario</i>	

aérien / terrestre

339

Tableau IV.1.3 : Synthèse globale des impacts et des mesures

341

Figures :

/	<i>Figure I.3.1 : Coupe longitudinale type de la zone transition entre une insertion en viaduc et une insertion souterraine</i>	18
/	<i>Figure III.1.1-1 : Chaîne de modélisation utilisée (Source : Stratec)</i>	27
/	<i>Figure III.1.2-1 : Evolution de la population et des emplois entre 2005 et 2035 en Ile-de-France.</i>	29
/	<i>Figure III.1.2-2 : Evolution de la population totale par commune 2005-2035 (Sources : données INSEE 2005, projections 2035 du Secrétariat d'Etat chargé du développement de la Région Capitale)</i>	29
/	<i>Figure III.1.2-3 : Evolution de l'emploi total par commune 2005-2035 (Sources : données INSEE 2005, projections 2035 du Secrétariat d'Etat chargé du développement de la Région Capitale)</i>	30
/	<i>Figure III.1.2-4 : Population totale par commune en 2035 (Sources : données INSEE 2005, projections 2035 du Secrétariat d'Etat chargé du développement de la Région Capitale)</i>	31
/	<i>Figure III.1.2-5 : Emploi total par commune en 2035 (Sources : données INSEE 2005, projections 2035 du Secrétariat d'Etat chargé du développement de la Région Capitale).</i>	32
/	<i>Figure III.1.3-1 : Typologie de parcelles rencontrés en zone d'urbanisation compacte (a) et en zone d'urbanisation diffuse (b) (Source : Stratec).</i>	35
/	<i>Figure III.1.3-1 : Réseau de transport en commun (hors bus) complémentaire du projet de métro automatique en 2035 (Source : SGP).</i>	37
/	<i>Figure III.1.3-2 : Arrêts de transport en commun (hors bus) actuels ou futurs à l'intérieur du fuseau d'étude en 2035 (Sources : réseau TC 2035 DREIF)</i>	39
/	<i>Figure III.1.3-3 : Typologie des arrêts de transport en commun 'hors bus) actuels ou futurs à l'intérieur du fuseau d'étude en 2035.</i>	41
/	<i>Figure III.1.3-4 : Temps d'accès en voiture particulière au pôle de Villejuif en 2035 en situation de référence.</i>	42
/	<i>Figure III.1.3-5 : Temps d'accès en voiture particulière au</i>	

	<i>pôle de Villejuif en 2035 suite au projet.</i>	43
/	<i>Figure III.1.3-6 : Variation de temps d'accès à Roissy CDG en transport en commun (Sources : SGP)</i>	44
/	<i>Figure III.1.3-7 : Variation de temps d'accès à Clichy-Montfermeil en transport en commun (Source : SGP)</i>	45
/	<i>Figure III.1.3-8 : Variation de temps d'accès à Cité-Descartes en transport en commun (Source : SGP)</i>	46
/	<i>Figure III.1.3-9 : Variation de temps d'accès à Orly en transport en commun (Source : SGP)</i>	46
/	<i>Figure III.1.3-10 : Variation de temps d'accès à Villejuif en transport en commun (Source : SGP)</i>	47
/	<i>Figure III.1.3-11 : Variation de temps d'accès à Saclay en transport en commun (Source : SGP)</i>	48
/	<i>Figure III.1.3-12 : Variation de temps d'accès à la Défense en transport en commun (Source : SGP)</i>	49
/	<i>Figure III.1.3-13 : Variation de temps d'accès à Pleyel en transport en commun. (Source : SGP)</i>	50
/	<i>Figure III.1.3-14 : Variation de temps d'accès à l'aéroport du Bourget en transport en commun (Source : SGP)</i>	51
/	<i>Figure III.1.5-1 : Evolution de la part modale des transports publics en 2035 suite au projet par grandes zones.</i>	53
/	<i>Figure III.1.5-2 : Evolution des déplacements TC à l'heure de pointe du matin entre 2005 et 2035 (Source : SGP).</i>	53
/	<i>Figure III.1.5-3 : Evolution des déplacements TC à l'heure de pointe du matin en 2035 suite au projet (Source : SGP).</i>	54
/	<i>Figure III.1.5-4 : Evolution du report modal de la voiture vers les TC, à l'origine, à l'heure de pointe du matin en 2035 par macrozone suite à la mise en place du projet (Source : SGP)</i>	55
/	<i>Figure III.1.5-5 : Evolution du nombre de voyages par type de transport public utilisé à l'heure de pointe du matin en 2035 suite à la mise en œuvre du projet (Source : SGP)</i>	58
/	<i>Figure III.1.5-6 : Evolution de l'usage des transports publics à l'heure de pointe du matin en 2035 par macrozone suite à la mise en œuvre du projet (Source : SGP)</i>	59
/	<i>Figure III.1.5-7 : Flux de véhicules sur le réseau routier de 2035, avec projet (Sources : données DREIF, réseau routier de 2035)</i>	61

/	<i>Figure III.1.5-8 : Evolution de la charge sur le réseau routier 2035 à l'heure de pointe du matin suite à la mise en œuvre du projet (Sources : données DREIF, réseau routier de 2035)</i>	62
/	<i>Figure III.1.5-9 : Véhicules x km selon le type de voiries en 2035 suite au projet</i>	62
/	<i>Figure III.1.5-10 : Véhicules x heure selon le type de voiries en 2035 suite au projet</i>	63
/	<i>Figure III.1.5-11 : Congestion sur le réseau routier de 2035, avec projet (Sources : données DREIF, réseau routier de 2035).</i>	64
/	<i>Figure III.2-1 : Evolution de la part de marché des différentes technologies de VP et VUL en Europe (Source : Biofuels for use in road transport, http://www.biofuelstp.eu/vehicles.html)</i>	75
/	<i>Figure III.2-2 : Evolution de la part de marché des différentes technologies de PL en Europe (Source : Biofuels for use in road transport, http://www.biofuelstp.eu/vehicles.html)</i>	75
/	<i>Figure III.2-3 : Evolution du parc roulant VP selon la classe technologique entre 2005 et 2035 (Source : projections des données INRETS)</i>	76
/	<i>Figure III.2-4 : Catégories de véhicules prises en compte dans COPERT IV (Source : logiciel COPERT IV)</i>	78
/	<i>Figure III.2-5 : Méthodologie d'évaluation de la consommation de carburant et des émissions de polluants mise en œuvre dans le logiciel COPERT IV (Source : logiciel COPERT IV).</i>	80
/	<i>Figure III.2-6 : Emissions unitaires totales de NOx (g/km) en fonction de la vitesse, pour un véhicule léger moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).</i>	81
/	<i>Figure III.2-7 : Emissions unitaires totales de NOx (g/km) en fonction de la vitesse, pour un poids lourd moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).</i>	82
/	<i>Figure III.2-8 : Emissions unitaires totales de PM (g/km) en fonction de la vitesse, pour un véhicule léger moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).</i>	83
/	<i>Figure III.2-9 : Emissions unitaires totales de PM (g/km) en fonction de la vitesse, pour un poids lourd moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).</i>	83

/	<i>Figure III.2-10 : Emissions unitaires totales de CO₂ (g/km) en fonction de la vitesse, pour un véhicule léger moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).</i>	84
/	<i>Figure III.2-11 : Emissions unitaires totales de CO₂ (g/km) en fonction de la vitesse, pour un poids lourd moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).</i>	84
/	<i>Figure III.2.1-1 : Evolution des émissions routières du NOx en 2035, suite au projet (résultats de modèle).</i>	88
/	<i>Figure III.2.1-2 : Evolution des émissions routières de PM en 2035, suite au projet (résultats de modèle).</i>	89
/	<i>Figure III.2.3-1 Evolution des émissions routières de CO2 en 2035, suite au projet (résultats de modèle).</i>	99
/	<i>Figure III.3.1-1 : Le bruit en ville (Source : enquête permanente sur les conditions de vie et partie variable « vie de quartier » avril-juin 2001 - INSEE)</i>	106
/	<i>Figure III.3.1-2 : Sources de gêne due au bruit en France (Source : enquête CREDOC 1989)</i>	107
/	<i>Figure III.3.1-3 : Evolution du nombre de plaintes concernant le bruit ferroviaire depuis 1979 (Source : données RATP du rapport AFSSE de novembre 2004 relatif aux impacts sanitaires du bruit - Etat des lieux - annexe 2)</i>	108
/	<i>Figure III.3.1-5 : Répartition par cause des plaintes reçues en 2002 (Source : données RATP du rapport AFSSE de novembre 2004 relatif aux impacts sanitaires du bruit - Etat des lieux - annexe 2)</i>	109
/	<i>Figure III.3.1-7 : Signature type du passage d'un train et représentation du temps d'exposition et du L_{Amax} (Source : Guide du bruit des transports terrestres, CERTU, 1980)</i>	113
/	<i>Figure III.3.1-8 : Diagramme de directivité des trains (Source : Guide du bruit des transports terrestres, CERTU, 1980)</i>	113
/	<i>Figure III.3.1-9 : Les zones calmes de bruit en Ile-de-France en 2035, suite à la mise en œuvre du projet (Source : MOS IAURIF 2003 simplifié, réseau routier DREIF 2035, demande de 2035, ACNUSA 2003)</i>	117
/	<i>Figure III.3.1-10: Evolution du niveau sonore diurne en bordure de voirie en 2035 suite à la mise en œuvre du projet (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)</i>	120

/	<i>Figure III.3.1-11 : Variation du niveau sonore diurne (6h-22h) sur l'ensemble du réseau routier entre la situation 2035 avec et sans projet (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)</i>	121
/	<i>Figure III.3.1-12 : Variation du niveau sonore nocturne (22h-6h) sur l'ensemble du réseau routier entre la situation 2035 avec et sans projet (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)</i>	121
/	<i>Figure III.3.1-13 : Croisement des données de densité de population communale en 2035 avec les isophones relatifs au réseau routier en période diurne, situation avec projet (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)</i>	123
/	<i>Figure III.3.1-14 : Zones de mutualisation possible d'un passage en surface du métro avec les axes routiers à fortes nuisances sonores (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)</i>	130
/	<i>Figure III.3.1-15 : Bruit du trafic routier (Source : Assainissement- Département de la sécurité et de l'environnement du Canton de Vaux (Suisse), avril 2007)</i>	132
/	<i>Figure III.6.3-1 : Schéma d'un tremplin vert "Hop-over" pour inciter les oiseaux et/ou les chauves-souris à passer au-dessus de l'infrastructure de transport, ici une route. (Kruidering et al., 2005).</i>	194
/	<i>Photo III.8.2-1 : Panneaux acoustiques de la Gran Via (Barcelone)</i>	253
/	<i>Tableau III.9.1-1 : Estimation de la valeur de différentes franges urbaines (Source : Study into the environmental impacts of increasing the supply of housing in the UK, Department for environment food and rural affairs, Appendix K, April 2004).</i>	304
/	<i>Photo III.9.4-1 : A 86 et RER B à La Courneuve</i>	308
/	<i>Figure IV.1.2-2 : Evolution des émissions routières du NOx en 2035, suite au projet (résultats de modèle).</i>	329
/	<i>Figure IV.1.4 : Evolution des émissions routières de CO₂ par tronçon en 2035, suite au projet (résultats de modèle).</i>	332
/	<i>Figure IV.1.5-1 : Evolution du niveau sonore diurne en bordure de voirie en 2035 suite à la mise en œuvre du projet (Sources : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)</i>	334
/	<i>Figure IV.1.5-2 : Exposition de la population francilienne aux nuisances sonores du trafic routier en 2035 suite à la mise en œuvre du projet Sources : réseau routier DREIF</i>	

	2035, demande de 2035)	335
/	Figure IV.2.1-1 Critères de localisation des gares potentielles (Sources : Stratec, à partir des données DREIF)	344
/	Figure IV.2.1-2 Gares de correspondance actuelles, futures et potentielles à l'intérieur du fuseau (Stratec, à partir des données DREIF)	345
/	Figure IV.2.2-1 localisation des pôles de correspondances incontournables	350
/	Figure IV.2.2-2 les gares de correspondance potentielles	351
/	Figure IV.2.2-3 potentiel de développement à chaque gare potentielle du maillage (zone d'influence considérée : 1 km)	351
/	Figure. IV. 2.2-4 secteurs où la localisation des gares est orientée en fonction des potentiels de développement	353
/	Figure IV.2.4-1 Zones pressenties pour la localisation des gares	355
/	Figure IV.2.5-1 Scénario aérien/terrestre - Positionnement des gares potentielles par rapport au fuseau et aux zones possibles pour ce scénario.	356
/	Figure IV.2.5-2 Scénario souterrain - Positionnement des gares potentielles par rapport au fuseau et proposition de fuseau restreint.	357

I. Caractéristiques générales du projet

Le descriptif ci-après s'inscrit dans le cadre de l'évaluation stratégique environnementale du réseau de métro automatique du Grand Paris. Il a pour objet de préciser les principales dimensions et caractéristiques de l'infrastructure, à prendre en compte comme hypothèses pour l'analyse thématique des incidences par tronçon du fuseau d'étude.

Ces hypothèses ont été retenues à ce stade par analogie avec des lignes de métro existantes. Elles devront être confirmées dans le cadre des études de conception du projet.

I.1 Insertion souterraine

I.1.1 Ligne

L'hypothèse de référence est une réalisation majoritaire au tunnelier, conduisant à un ouvrage circulaire avec un diamètre intérieur compris entre 7 et 8 m.

Une charge de terrain équivalente à un diamètre de tunnelier doit être prise en compte au-dessus du tunnel réalisé, de sorte que la profondeur des ouvrages, en dehors de toute autre contrainte de sol ou de sous-sol, doit être au minimum de **9-10 m (entre la surface et le haut du tunnel)**, ce qui correspond à un niveau « rail » à **- 15 m** au moins.

Certaines sections ponctuelles du projet pourront être réalisées suivant d'autres méthodes (construction à ciel ouvert ou réalisation d'un ouvrage voûté selon méthodes conventionnelles), autorisant le cas échéant une profondeur moins importante.

I.1.2 Stations

L'hypothèse de référence est celle d'une station avec quais latéraux en vis-à-vis.

★ *Réalisation à ciel ouvert*

La station est réalisée depuis la surface (après déviation des réseaux concessionnaires le cas échéant) par la méthode des parois moulées ou des parois berlinoises. Ce mode de réalisation peut être envisagé sur des terrains mutables ou sous des voiries présentant une largeur minimale d'environ 30 m.

Les caractéristiques générales des stations sont les suivantes :

- longueur du corps principal de la station (hors accès) : environ **120 m**
- largeur du corps principal de la station : environ **20 m** (cotes intérieures)
- profondeur : niveau « quais » à **- 15 m** environ, éventuellement plus

★ *Réalisation en sous-œuvre*

Lorsque les contraintes de sous-sol ou d'insertion urbaine ne permettent pas une réalisation à ciel ouvert, une réalisation en sous-œuvre peut être envisagée. La station comporte alors trois volumes principaux : le corps de station réalisé en souterrain à l'avancement selon méthodes conventionnelles, un accès principal réalisé à ciel ouvert et servant de puits de service pour la réalisation du corps de station, un accès secondaire également réalisé à ciel ouvert.

Les caractéristiques générales des stations sont les suivantes :

- longueur du corps principal de la station (hors accès) : environ **120 m**
- largeur du corps principal de la station : environ **20 m** (cotes intérieures)
- profondeur : niveau « quais » à **- 25 m** ou plus.

I.1.3 Ouvrages annexes

Le fonctionnement du métro nécessitera également la réalisation de différents ouvrages liés à l'exploitation et à la sécurité (ventilation, accès pompiers, postes de redressement électriques...), répartis le long du réseau.

I.2 Insertion au sol

I.2.1 Ligne

Il a été pris pour référence une plate-forme d'une largeur technique d'environ 8-9 m.

I.2.2 Stations

L'hypothèse de référence est celle d'une station avec quais latéraux en vis-à-vis. La largeur de la station est alors d'environ **20 m**, en ne prenant pas en compte la salle des billets, laquelle peut être réalisée en souterrain sous la plate-forme ferroviaire le cas échéant.

La longueur du corps principal de la station est d'environ **120 m**.

I.2.3 Ouvrages annexes

Postes de redressement : voir I.1.3 ci-avant

I.3 Insertion en viaduc

I.3.1 Ligne

Il a été pris pour référence une plate-forme d'une largeur technique d'environ 8 m, hors sur largeur liée à la structure du viaduc en tant que tel.

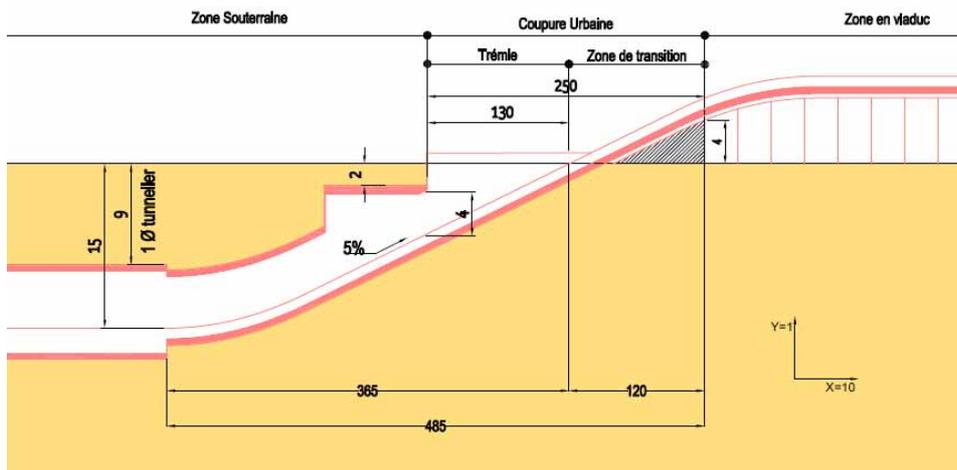


Figure I.3.1 : Coupe longitudinale type de la zone transition entre une insertion en viaduc et une insertion souterraine

I.3.2 Stations

L'hypothèse de référence est celle d'une station avec quais latéraux en vis-à-vis. L'emprise au sol de la station est d'environ **20 m**, avec une salle des billets implantée sous le viaduc (espace fermé).

La longueur du corps principal de la station est d'environ **120 m**.

D'autres configurations d'insertion peuvent être imaginées, par exemple en déportant la ou les salle(s) des billets en pied d'immeuble le long de la voirie et en créant des passerelles reliant ces immeubles aux quais de la station. De telles configurations, qui ne peuvent s'envisager que dans le cadre d'un projet urbain global, permettent de réduire l'emprise au sol du viaduc proprement dit, ainsi que l'effet de coupure qu'entraînerait la mobilisation de l'espace sous viaduc pour la salle des billets.

I.3.3 Ouvrages annexes

Postes de redressement : voir I.1.3 ci-avant

I.4 Vitesse commerciale et temps de parcours

Les caractéristiques de la ligne de métro automatique envisagées à ce jour sont les suivantes :

- Le **nombre de stations** sur le réseau (hors ligne 14 existante) sera de l'ordre de **40**, ce qui permet globalement d'envisager une **vitesse commerciale d'au moins 60 km/h** sur l'ensemble du réseau du Grand Paris. La vitesse commerciale ne sera pas uniforme sur l'ensemble du tracé et devrait pouvoir dépasser les 80 km/h sur des interstations suffisamment longues, compte tenu de la vitesse de pointe envisageable sur le matériel roulant (au moins 100 km/h) ;

- les objectifs de temps de parcours entre les liaisons structurantes sont les suivants :
 - Roissy CDG - La Défense en 30 minutes maximum,
 - Roissy CDG - Saint-Lazare en 30 minutes maximum,
 - Orly - Gare de Lyon en 20 minutes,
 - Saclay - La Défense en 30 minutes maximum ;

- les **pôles de développement prioritaires** du Grand Paris seront desservis.

II. Rappel des enjeux et contraintes identifiés en phase 1

Afin d'être un véritable outil d'aide à la décision et de permettre une réflexion sur le scénario à décliner suivant les secteurs, des cartes résumant les contraintes et les enjeux pour les différentes thématiques étudiées pour un scénario aérien/terrestre et pour un scénario souterrain ont été réalisées.

II.1 Secteurs à contraintes aérienne et terrestre

II.1.1 Méthodologie

La carte de synthèse des contraintes aériennes et terrestres a été réalisée en combinant les contraintes et les enjeux identifiés pour les différentes thématiques.

Aussi, sont représentés sur ces cartes :

- Les contraintes physiques,
- Les contraintes et les enjeux liés aux milieux naturels,
- Les contraintes paysagères,
- Les contraintes liées au patrimoine historique,
- Les contraintes liées au tissu urbain existant.

☞ A ce stade, aucune hiérarchisation dans les contraintes et enjeux n'a été effectuée. Cette carte de synthèse multithématique permet de récapituler les données de l'état initial et sert de base de réflexion dans la phase 2.

Les contraintes physiques

Cette catégorie regroupe les secteurs identifiés dans le volet eaux-sols-sous-sols comme pouvant imposer des contraintes techniques et donc un coût supplémentaire à la construction du métro automatique, pour les scénarios aérien et terrestre.

Sont regroupés dans cette catégorie :

- Les contraintes liées à la traversée de cours d'eau ou de zones humides ;
- Les secteurs de forts dénivelés, qui peuvent contraindre le tracé, le positionnement des gares... ;
- Les secteurs où des risques technologiques liés aux activités industrielles en place ont été identifiés : Port de Gennevilliers, Orly et le Cyclotron, pour le risque lié aux vibrations du futur métro qui pourrait perturber cette activité.

Les contraintes et les enjeux liés aux milieux naturels

Pour cette catégorie, ont été pris en compte :

- Les Périmètres à portée réglementaire : Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope (APPB), les Réserves Naturelles Régionales et les sites Natura 2000
- Les zones identifiées comme à enjeux écologiques en phase 1. Cette catégorie comprend :
 - Les Périmètres à portée réglementaire détaillés ci-dessus,
 - Les ZNIEFF de type 1 et 2,
 - Les corridors écologiques potentiels identifiés en phase 1,
 - Les secteurs dont le niveau d'enjeu en termes de fonctionnalité écologique a été identifié comme moyen et fort (cf. Carte II.5.6-14 de l'état initial).

Aucune hiérarchie n'a été effectuée dans les zones à enjeux écologiques pour cette carte, le but étant principalement de signaler la présence ou non d'enjeux.

Les contraintes paysagères

A ce stade, seuls les périmètres des sites inscrits et des sites classés ont été pris en compte pour l'élaboration de cette carte.

Ces périmètres imposent la déclaration voire l'autorisation (pour les sites classés) des travaux.

Les contraintes liées au patrimoine historique

Pour la thématique « patrimoine historique », ont été pris en compte :

- Les périmètres de protection des monuments historiques inscrits et classés recensés, hors Paris intra-muros ;
- Les Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) ;
- Les secteurs sauvegardés ;
- Les secteurs identifiés comme à enjeux en phase 1.

Concernant les zones de sensibilité archéologique, elles n'ont pas été incluses dans cette carte, dans la mesure où les zones répertoriées correspondent à des vestiges déjà découverts, mais ne renseignent pas sur les risques archéologiques à ces endroits. Rien n'assure en effet la présence d'autres vestiges archéologiques sur ces zones là et rien n'empêche par ailleurs que des vestiges archéologiques inconnus se trouvent en dehors de ces zones de sensibilité. De plus, les profondeurs des vestiges découverts ne sont pas renseignées, l'information n'ayant pas été fournie par les services compétents.

Les contraintes liées au tissu urbain existant

Les surfaces urbanisées constituent une part importante de l'occupation du sol de la zone d'étude et sont aussi une contrainte importante à considérer pour les scénarios aérien et terrestre.

Deux catégories ont été créées afin de distinguer le tissu urbain constitué (zones vouées à l'habitat individuel, collectif et aux équipements) du tissu peut être un peu plus souple et/ou mutable (zones vouées aux activités tertiaires et secondaires).

A cette fin, le MOS a été utilisé. La liste des différents intitulés du MOS regroupés dans ces deux catégories est présentée en annexe II.1.1.

II.1.2 Analyse

L'analyse globale des contraintes aériennes et terrestres montre que sur l'ensemble du fuseau d'étude, **les possibilités de passage aérien ou terrestre du futur métro automatique du Grand Paris sont très limitées voire quasi nulles suivant les secteurs**. La présence d'un tissu urbain constitué dense, voué à l'habitat majoritairement est la principale contrainte à un passage en aérien/terrestre et se rencontre plus particulièrement dans toute la partie nord (tronçons T1, T2 et T3) et la partie centre-ouest (tronçon T7 et T10) du fuseau d'étude. A noter également, de façon complémentaire, la présence sur l'ensemble du fuseau d'étude de contraintes liées au patrimoine historique avec une densité plus importante dans la partie nord-ouest (tronçon T4a) et la partie centre ouest (tronçons T4b et T10).

Les secteurs peu urbanisés du fuseau d'étude cumulent plusieurs types de contraintes qui limitent fortement les potentialités pour un passage en aérien ou en terrestre :

- La partie Ouest (tronçons T4a et T4b et nord du tronçon T5), où des enjeux écologiques et paysagers existent : le relief de méandre, créé par la Seine en aval de Paris, a engendré des zones de forts dénivelés et de fortes pentes qui sont devenues des zones de paysages remarquables (cadre de vie...), mais qui sont aussi des zones de contraintes à la réalisation du projet (ouvrages d'art et/ou tunnels en aérien/terrestre, difficultés de positionnement des gares). Le maintien des continuités écologiques notamment forestières avec les Yvelines et paysagères sont également un enjeu fort ;
- La partie est (tronçon T9) qui comporte des enjeux écologiques et paysagers et des contraintes géologiques : le gypse est fortement présent dans cette zone, à la fois sous forme d'anciennes carrières et de bancs géologiques non exploitables contraignant la construction nouvelle et fragilisant l'ancienne. Les espaces verts les plus importants font l'objet d'un classement en site Natura 2000 et d'un enjeu paysager fort ;
- La partie centrale (tronçon T11) où les contraintes sont liées quasiment uniquement aux enjeux paysagers liés à la présence d'innombrables sites classés ou inscrits dans ce secteur du centre de Paris ;

- La partie sud plutôt ouest (tronçon T5) où les contraintes physiques sont les plus importantes et sont liées à la topographie du bord du plateau de Saclay et aux vibrations potentielles pour lesquelles le futur cyclotron est très sensible. Elles sont couplées aux contraintes écologiques liées au maintien des continuités écologiques. A noter également, des contraintes paysagères liées à la conservation du patrimoine bâti et du cadre de vie pour le plateau de Saclay ainsi que pour la traversée de vallées (vallée de la Bièvre, vallon humide de Montbron, vallée de l'Yvette)
- La partie sud (tronçon T8) où se rencontrent quasi uniquement des contraintes physiques liées à des problématiques de topographie liées à la situation géographique du tronçon en bordure de plusieurs plateaux et à la traversée du fuseau par plusieurs cours d'eau (la Seine et la Marne)

Les secteurs où les conditions sont globalement davantage propices à un passage en aérien ou en terrestre se situent autour des aéroports (tronçon T1 pour Charles-de-Gaulle et tronçon T6 pour Orly) ou le long d'axes routiers importants (autoroutes).

II.2 Secteurs à contraintes souterraines

II.2.1 Méthodologie

Pour la carte synthétisant les contraintes souterraines identifiées au niveau de la zone d'étude, les contraintes physiques et géologiques ont été prises en compte. Ces deux thématiques regroupent :

- Les secteurs de forts dénivelés, qui peuvent contraindre le positionnement des gares ou imposer des surprofondeurs aux stations dans les secteurs concernés ;
- Les zones où des masses d'eaux souterraines sont localisées ;
- Les cours d'eau principaux ;
- Les secteurs où des risques technologiques liés aux activités industrielles en place ont été identifiés : Port de Gennevilliers, Orly et le Cyclotron, pour le risque lié aux vibrations du futur métro qui pourrait perturber cette activité.
- Les anciennes carrières souterraines ;
- Les secteurs où des risques liés à la dissolution du gypse sont identifiés ;
- La localisation des gisements d'intérêts commerciaux ;
- Les canalisations de gaz, de produits pétroliers... ;
- Les tunnels d'autoroute, de métro et de LGV.

L'ensemble de ces éléments constitue des contraintes pour la réalisation du métro automatique en souterrain mais à des profondeurs différentes, qui ne sont pas figurées dans cette carte. Ces aspects seront développés dans le volet eaux-sols-sous-sols.

☞ A ce stade, aucune hiérarchisation dans les contraintes et enjeux n'a été effectuée. Cette carte de synthèse multithématique permet de récapituler les données de l'état initial et sert de base de réflexion dans la phase 2.

.....

II.2.2 Analyse

L'analyse de cette carte montre que les contraintes souterraines se retrouvent sur l'ensemble de la zone d'étude mais de façon plus localisée que les contraintes aériennes et terrestres.

Un certain nombre de secteurs montrent toutefois une concentration de contraintes souterraines :

- le secteur nord-est (tronçons 1 et 9) qui présente des contraintes géologiques, liées au gypse principalement (présence d'anciennes carrières souterraines avec des risques effondrement liés au phénomène de dissolution du gypse), et physiques, liées à la butte de l'Aulnay ;
- le secteur sud (tronçons 5 et 6) qui présente quasiment exclusivement des contraintes physiques liées au rebord Sud-est du plateau de Saclay ;

- le secteur central (tronçons 10 et 11) pour lequel la densité de réseaux et la présence de contraintes géologiques (anciennes carrières de calcaire) et hydrogéologiques (présence de nombreux forages) semblent contraindre fortement un passage en souterrain ;
- La partie ouest (tronçons 3 et 4) et la partie sud-ouest (tronçon 5 et 6) pour lesquelles les contraintes sont plutôt physiques (topographie) géologiques (gisements patrimoniaux) et hydrogéologiques (présence de nombreux forages dans la partie ouest). A noter également, la présence d'un gisement patrimonial de matériaux sur tout l'arc ouest et la présence d'anciennes carrières souterraines au nord ;
- La partie centre est (tronçon 8) où sont présentes des contraintes physiques (méandres de la Marne, vallée de la Seine) ainsi qu'une masse d'eau souterraine (calcaire de Champigny).

III. Définitions et analyses des impacts

III.1 Mobilité, accessibilité

Ce chapitre a pour objectif la description et l'évaluation des impacts du projet sur la mobilité des franciliens et l'accessibilité de la zone d'étude «Grand Paris». Les impacts d'un projet de cette envergure sont très dépendants des hypothèses considérées concernant l'usage du sol. Une politique de transport ne peut en effet plus se concevoir indépendamment des stratégies d'aménagement du territoire.

Il s'agira surtout d'analyser les impacts sur la mobilité des personnes qui résultent des phénomènes systémiques déclenchés par l'ajout d'une nouvelle offre de transport. En effet, un projet de l'ampleur du métro automatique modifie l'équilibre actuel entre la demande et l'offre de transport et conduit vers un nouvel état qui ne peut être appréhendé qu'à l'aide d'un modèle qui intègre l'ensemble des variables du système. Le schéma de modélisation est résumé dans le rappel méthodologie ci-dessous (la méthodologie a été présentée dans la phase I de l'étude).

III.1.1 Méthodologie

L'approche méthodologique choisie est basée sur l'estimation de l'évolution du trafic routier et de la fréquentation des transports publics, d'une part dans le cas d'une évolution à l'horizon 2035 sans le projet et d'autre part suite à la mise en œuvre du métro automatique (à un horizon de dix ans après sa mise en service complète).

La méthode d'estimation est construite autour d'une chaîne de modèles qui fournissent des indicateurs d'impacts dans le domaine de la mobilité mais également de l'air et du bruit. Le schéma de modélisation ci-dessous a été présenté de manière détaillée dans le chapitre I.4.4 de la phase I de la présente étude.

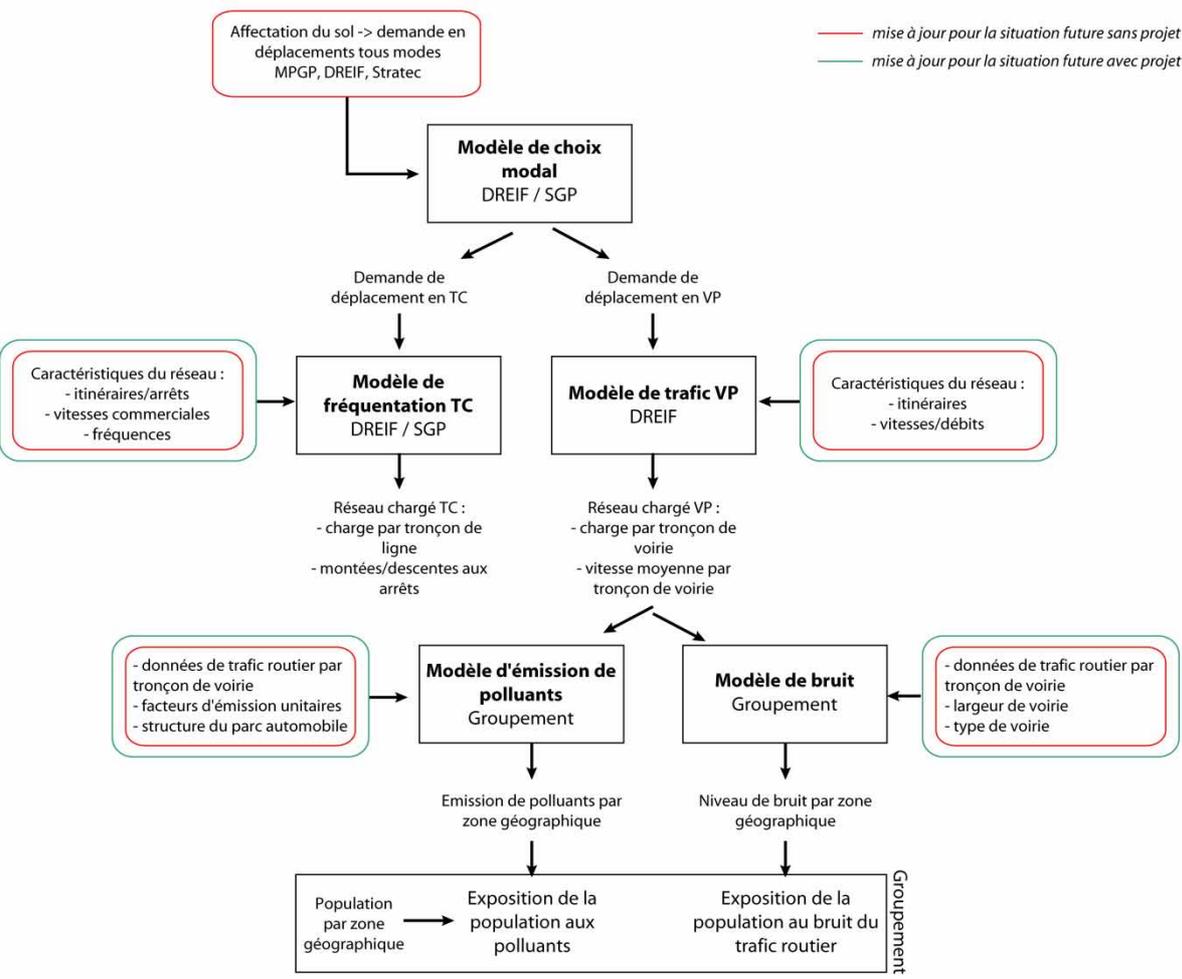


Figure III.1.1-1 : Chaîne de modélisation utilisée (Source : Stratec)

Les impacts du projet sur la mobilité et l'accessibilité sont quantifiés à l'aide des modèles de transport qui fournissent comme résultats les variations d'accessibilité dans la zone d'étude, les distributions des déplacements dans l'espace, leur part modale et la fréquentation des réseaux. Les modèles fournissent de nombreux indicateurs qui permettent de comprendre et localiser les évolutions des comportements de mobilité : dans quelle mesure l'arrivée du métro automatique va-t-elle concurrencer la route et quelle sera la nouvelle part modale des différents modes de transport ? Quels seront les gains de temps des voyageurs de transport public ? Quels seront les impacts sur la congestion du réseau routier et TC ? Ces différentes questions et les éléments de réponse issus du modèle sont décrits dans les points suivants.

III.1.2 Hypothèses d'usage du sol et demande de transport en 2035

Les hypothèses d'occupation du sol prises en compte dans les modèles pour l'analyse de la mobilité et de l'accessibilité ont été définies au niveau communal par le maître d'ouvrage. Il s'agit de projections à l'horizon 2035 des plans et projets de développement pour le Grand Paris. Ces projections ne peuvent, à ce stade, être considérées comme des objectifs d'aménagement officiels. Elles ont été construites en tenant compte des évolutions probables et des volontés politiques exprimées dans la loi sur le Grand Paris mais avec comme objectif restreint d'alimenter les modèles. Néanmoins, même si des modifications sont envisageables, il n'en reste pas moins que les données à notre disposition sont fiables pour analyser les grandes tendances prévues de l'occupation de l'espace. Ces données font apparaître clairement les pôles de développement souhaités par le politique. Prenant acte de cette ambition, l'étude se propose d'analyser méthodiquement les mesures susceptibles de favoriser sa réalisation (Cf. mesures d'accompagnement).

L'occupation du sol dans le scénario avec projet prend en compte les effets du futur métro automatique sur le développement urbain, la localisation des ménages et des activités. Pour les besoins de la modélisation, cette occupation du sol est identique pour les deux scénarios, avec et sans projet. Cette hypothèse d'invariance de l'usage du sol est nécessaire d'un point de vue méthodologique afin d'isoler les impacts de l'infrastructure de transport de ceux résultants du développement urbain ou économique sur l'environnement.

Le modèle prend en compte des hypothèses de densification sur les pôles de développement à un niveau de précision de l'ordre de la commune¹. Ces hypothèses sont présentées ci-dessous.

Les évolutions prévues à l'horizon d'étude (2035) montrent des augmentations substantielles de la population (+1,8 millions, + 15,7%) et de l'emploi (+1,2 millions, +18,3%) en Ile-de-France comme illustré sur le graphique ci-dessous :

¹ Le modèle ne simule pas l'impact du métro automatique sur la relocalisation des activités. En effet, ce type de simulation « Land use » est complexe à mettre en œuvre et ne rentrait pas dans les délais de cette étude.

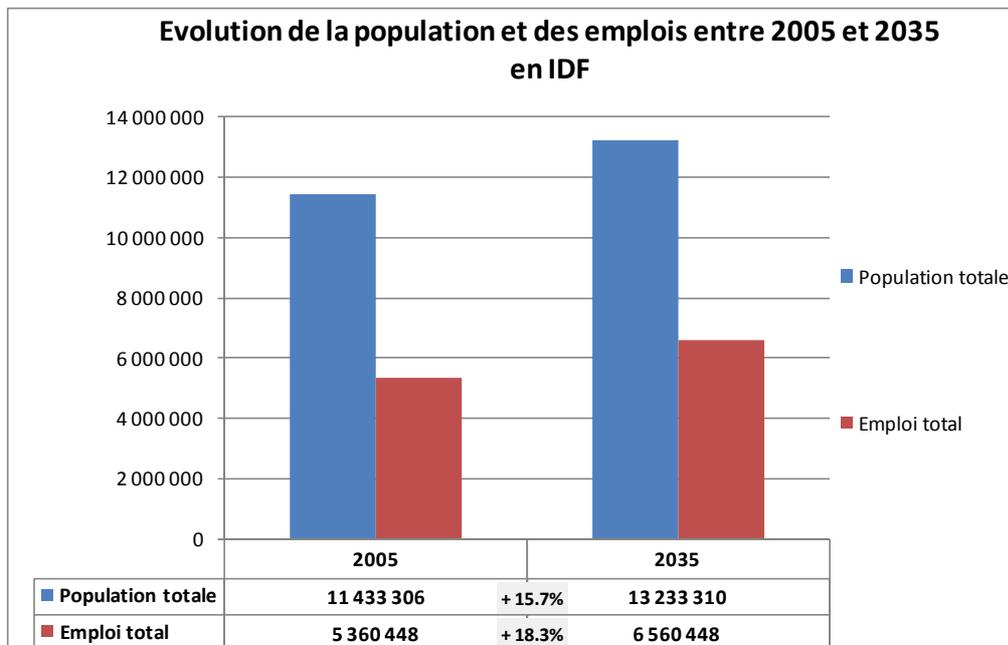


Figure III.1.2-1 : Evolution de la population et des emplois entre 2005 et 2035 en Ile-de-France.

On observe sur les cartes ci-dessous que cette augmentation sera essentiellement située dans la zone délimitée par le fuseau d'étude.

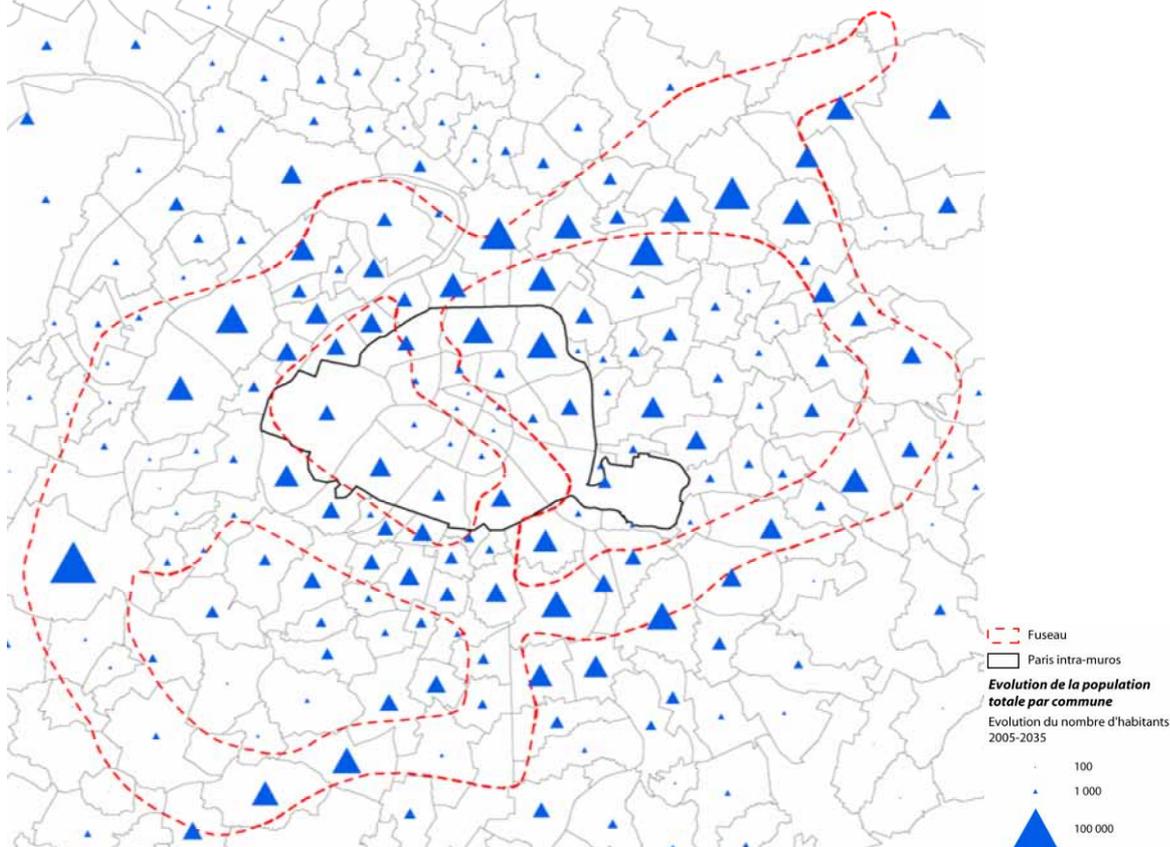


Figure III.1.2-2 : Evolution de la population totale par commune 2005-2035 (Sources : données INSEE 2005, projections 2035 du Secrétariat d'Etat chargé du développement de la Région Capitale)

La population augmente fortement sur l'axe Défense - Roissy, sur la zone Versailles, la zone Massy, l'axe Villejuif - Orly, l'axe Villejuif - Descartes.

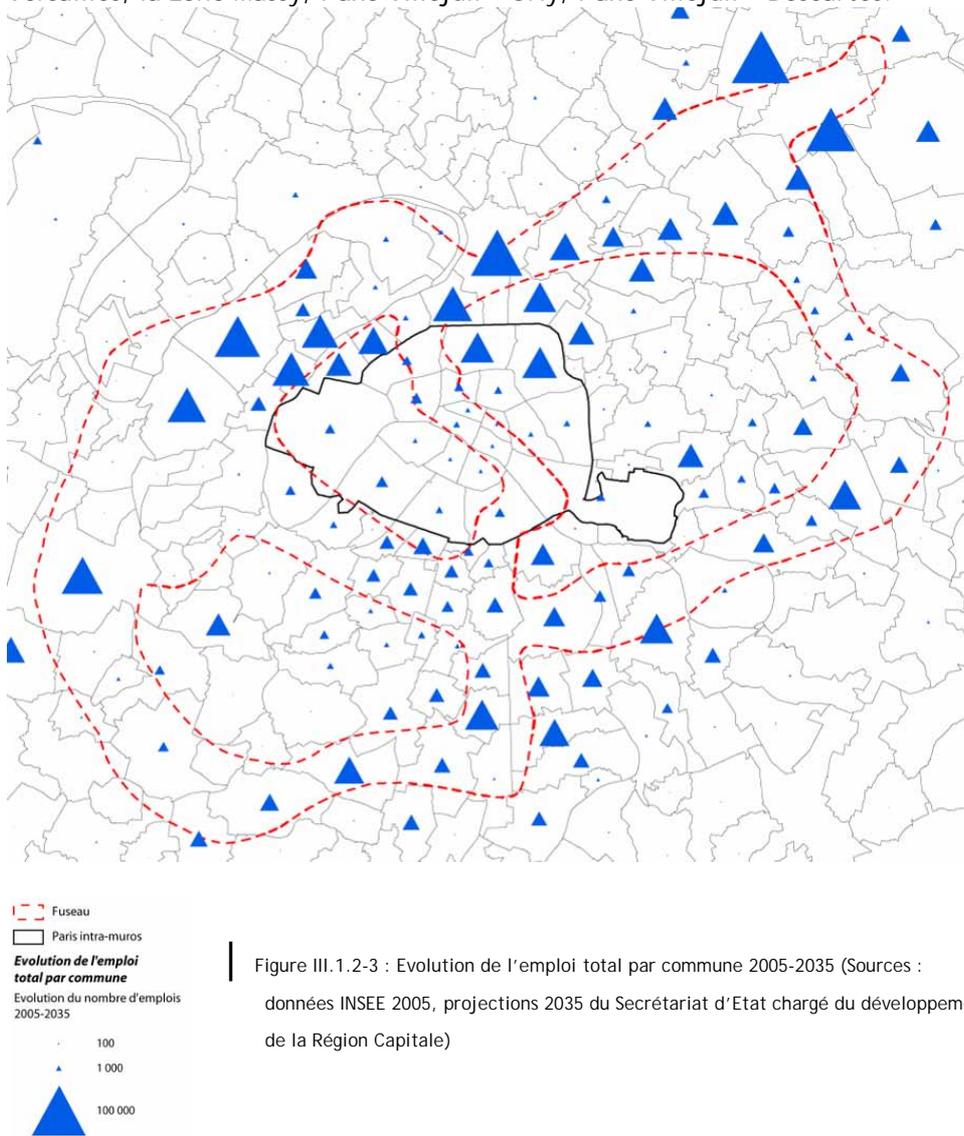


Figure III.1.2-3 : Evolution de l'emploi total par commune 2005-2035 (Sources : données INSEE 2005, projections 2035 du Secrétariat d'Etat chargé du développement de la Région Capitale)

L'emploi évolue également fortement sur l'axe Défense - Roissy, sur la zone Versailles, la zone Massy, l'axe Villejuif - Orly, l'axe Villejuif - Descartes. On reconnaît les pôles de développement où les emplois se concentrent.

La carte ci-dessous montre la répartition de la population en 2035 (une cartographie des densités est également donnée dans le recueil de cartes).

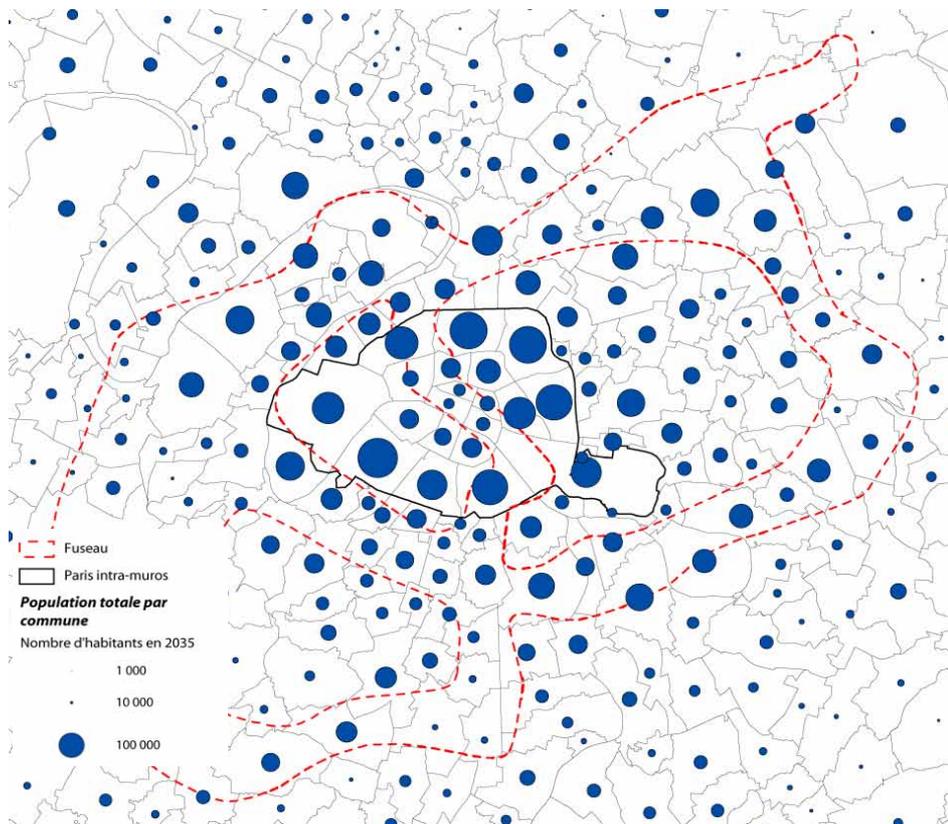


Figure III.1.2-4 : Population totale par commune en 2035 (Sources : données INSEE 2005, projections 2035 du Secrétariat d'Etat chargé du développement de la Région Capitale)

La carte ci-dessous montre la répartition des emplois en 2035 (une cartographie des densités d'emploi est également disponible dans le recueil de cartes).

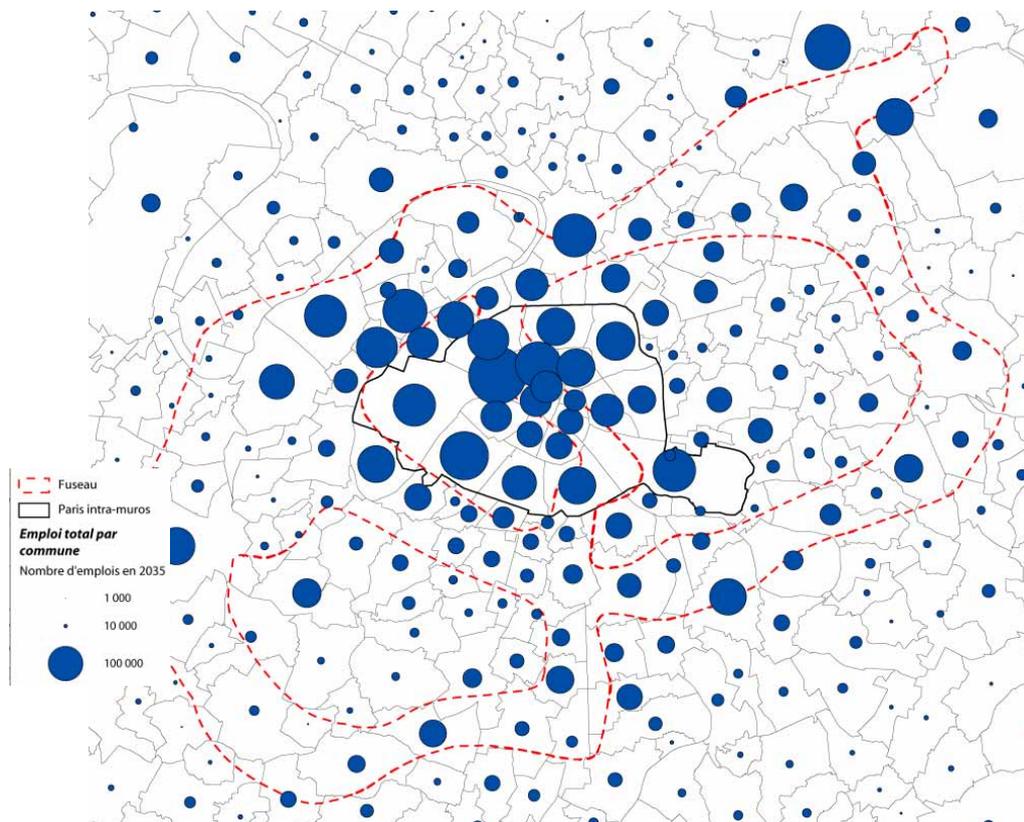


Figure III.1.2-5 : Emploi total par commune en 2035 (Sources : données INSEE 2005, projections 2035 du Secrétariat d'Etat chargé du développement de la Région Capitale).

III.1.3 Contribution du métro automatique à la maîtrise de l'étalement urbain

Les données d'occupation du territoire présentées au point précédent prennent en compte l'effet positif du métro automatique sur l'attractivité de la zone d'étude pour la population et les activités.

Les études qui ont développé le sujet de l'impact d'un projet de transport structurant sur la localisation des activités (voir bibliographie sur les mesures d'accompagnement) montrent certains phénomènes instructifs pour le métro automatique.

L'effet majeur d'une meilleure accessibilité des ménages est de favoriser la tendance actuelle à consommer de plus en plus d'espace et, toutes choses étant égales par ailleurs, d'accentuer la dispersion et la dédensification de l'urbanisation. En effet, dès qu'il est offert la possibilité aux ménages -grands consommateurs d'espace- d'exprimer librement leur choix, ils préfèrent opter pour un habitat individuel plutôt que collectif, en raison principalement d'un accroissement de l'espace de vie et d'une meilleure qualité de vie (espaces verts...). Cette tendance se renforce encore davantage lorsque que le ménage dispose de revenus plus importants.

En revanche, les emplois auront plutôt tendance à se concentrer sur les nœuds de transport les mieux desservis des pôles urbanisés (Paris et les pôles de développement) privilégiant l'accessibilité à l'espace bon marché. En effet l'accessibilité s'affirme de plus en plus comme un facteur de croissance économique.

En conséquence, il est essentiel d'accompagner l'arrivée du métro automatique pour prévenir la délocalisation des ménages ; tel est l'objet des contrats de développement territorial prévus par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris qui devraient permettre de générer une densification autour des gares et pôles d'échanges entraînant, de ce fait, une croissance de la part modale des transports collectifs ainsi qu'une diminution de la part modale de la voiture et donc des nuisances inhérentes à son utilisation.

La présence d'une offre de qualité en transport public, a fortiori lorsqu'elle est accompagnée par une politique volontariste d'aménagement, a donc tendance à encourager la densification de l'habitat et des activités autour des gares. Cet impact est positif puisqu'il permet de lutter contre l'étalement urbain qui présente un coût sociétal élevé.

Une urbanisation gouvernée par l'usage de la voiture requiert en moyenne 1 ha pour 20 logements. Si l'urbanisation est planifiée autour des gares et sur les friches urbaines, il doit être possible d'atteindre sans trop de difficultés une moyenne de 35 logements par ha net (hors voiries primaires et équipements collectifs). S'il est supposé que le projet du Grand Paris accueille toute la croissance démographique de 1 800 000 habitants, soit 600 000 logements, dans le fuseau desservi par le métro, hypothèse peut être prise que l'espace consommé sera limité à 17 000 ha. Si au contraire la croissance démographique alimente un étalement urbain dispersé sur l'Île-de-France, il est possible d'estimer l'espace consommé à environ 30 000 ha. La densification associée au projet de transport du Grand Paris rendrait donc possible un gain de 13 000 ha. Les estimations de surface consommée se basent sur le document « *Environmental Impacts of Increasing the Supply of Housing in the UK* »².

Du point de vue environnemental, il s'agit d'un impact positif essentiel qu'il faudrait prendre en compte dans une évaluation socio-économique du projet.

A noter que cet exercice a été réalisé uniquement à partir des projections de population fournies par le maître d'ouvrage. Il pourrait être réalisé de la même manière sur l'augmentation des activités projetée et les résultats seraient plus conséquents.

Bien entendu, concrétiser ce bénéfique potentiel du métro suppose, comme mesure d'accompagnement, un encadrement strict de l'étalement urbain, avec des mesures réglementaires et fiscales ad hoc.

² "Study into the Environmental Impacts of Increasing the Supply of Housing in the UK", Avril 2004, DEFRA.

L'enjeu sera donc d'accompagner la densification autour des gares tout en préservant les pôles de densité déjà existant.

La mise en œuvre seule de l'infrastructure ne peut répondre à ce double enjeu, il est donc primordial d'accompagner ce projet de mesures adéquates. Ces mesures sont développées dans le chapitre III.1.9 sur les mesures d'accompagnement.

Impact sur les coûts d'équipement des surfaces

Le gain de surface généré par la densification autour des gares a des conséquences induites sur les coûts de viabilisation. Ceux-ci peuvent être classés en trois grands types de surcoûts.

Tout d'abord, un surcoût lié à la densité. La faible densité des quartiers périurbains découle le plus souvent de la mise en place de maisons unifamiliales isolées sur de vastes parcelles. Par rapport à des immeubles mitoyens que l'on rencontre dans des zones plus denses, des surcoûts sont générés puisque, pour un nombre de logements déterminé, la distance moyenne élevée entre deux habitations nécessite une plus grande longueur de réseau nécessaire. Par conséquent, la charge moyenne par ménage augmente.

Ensuite, les surcoûts de viabilisation s'expriment en termes de configuration géométrique. En effet, les réseaux d'infrastructure doivent être adaptés à la dispersion périurbaine, ce qui détermine des charges supplémentaires.

Enfin, il y a également un surcoût lié à la trop faible planification des équipements. Par exemple, la non prise en compte des contraintes physiques et le manque d'intégration entre l'aménagement du territoire et la gestion technique des réseaux.

Une étude récente sur le sujet³ donne, à titre indicatif, une estimation chiffrée de coûts primaires moyens relatifs à l'équipement de différents types de parcelles. Entre un parcellaire de 7 mètres de largeur (Figure III.1.3-1 type (a) correspondant à une urbanisation relativement compacte de maisons mitoyennes) et un parcellaire de 30 mètres en front voirie (Figure III.1.3-1 type (b) correspondant à une urbanisation de type périurbain), la différence de coûts de viabilisation s'élève à 12 500€ en faveur d'un urbanisme compact.

³ Halleux J.-M, LAMBOTTE J.-M. et BRUCK L. «Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau», Revue d'Economie Régionale et Urbaine, 2008, n°1, p28.

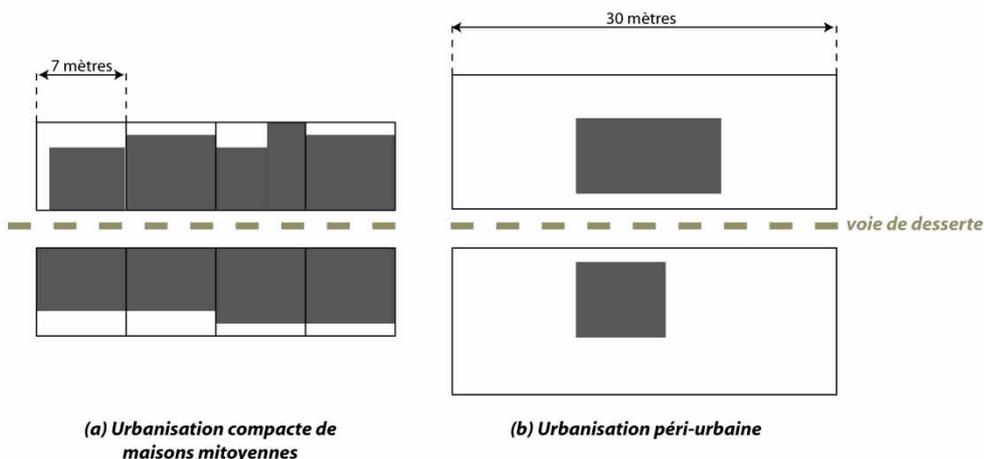


Figure III.1.3-1 : Typologie de parcelles rencontrées en zone d'urbanisation compacte (a) et en zone d'urbanisation diffuse (b) (Source : Stratec).

Ainsi selon ce document les investissements érudés seraient de l'ordre de 600 000 *12 500€ soit 7.5 milliards d'euros⁴ auxquels s'ajoutent annuellement les gains de coût d'exploitation.

Offre de transport sans projet en 2035

Un projet de la taille de celui du Grand Paris aura des impacts induits sur la fréquentation des réseaux de transports. Il y aura des impacts localisés autour des gares suite à l'augmentation de la fréquentation des arrêts par les modes routiers, les transports publics et les modes doux (cyclistes et vélos) ainsi que des impacts sur la fréquentation du réseau routier et des autres modes de transport en commun concurrents du projet. Pour ce qui est des effets sur le réseau routier, la précision de la modélisation ne permet pas de décrire les impacts localisés autour des gares mais seulement ceux induits globalement par la concurrence du métro automatique.

★ Réseau routier

Pour l'exercice de modélisation, le réseau routier est considéré comme identique entre la situation avec et sans projet. Cette hypothèse permet d'éviter de noyer les impacts du métro automatique dans ceux des aménagements routiers. Le scénario routier qui est modélisé est celui avec projet. Le réseau routier en 2035 utilisé dans les modèles prend en compte les grands projets d'infrastructure routière, la desserte des zones en développement.

⁴ Cette estimation grossière ne concerne que le logement et devra être affinée dans le cadre d'une étude socio-économique.

★ Réseau TC

Le réseau de transport public modélisé à l'horizon 2035 a été établi sur la base d'un scénario compilant les principaux projets régionaux de transport complémentaires du métro automatique, tels que connus à ce jour, sans préjuger des conditions et modalités de leur réalisation.

Offre de transport avec projet en 2035

★ Réseau routier

Actuellement, le réseau routier francilien est un ensemble de voiries d'une longueur totale de 1 100 Km dont 450 Km de voies rapides (autoroutes et routes nationales) auquel se rajoute 8 400 km de routes appartenant au réseau départemental. L'ensemble du réseau, structuré en étoile autour de Paris se structure de manière radioconcentrique autour de cette agglomération. La réalisation de nombreuses autoroutes durant les dernières décennies ont néanmoins permis au réseau d'offrir des itinéraires bis ayant l'avantage de contourner l'agglomération parisienne. De manière globale, on constate qu'à l'échelle régionale, ce réseau est fortement hiérarchisé avec des voies intermédiaires (routes nationales, voies express) et les voiries rapides urbaines (rocales, radiales) jouent un rôle prépondérant en formant au final un réseau qui se définit par un maillage intense et une connectivité forte.

Même si la route continuera nécessairement à jouer un rôle primordial dans la mobilité future, on constate néanmoins que les projets d'infrastructures routières pour les années à venir sont limités, la priorité étant en effet donnée aux transports en commun. On constate en effet, au travers de la carte ci-après représentant l'évolution du réseau routier d'Ile-de-France entre la situation actuelle et 2035, une relative stabilité du réseau routier francilien. De fait, quasiment aucune nouvelle infrastructure routière ne verra le jour dans Paris intra-muros, les projets sont généralement des barreaux manquants ou des réaménagements ponctuels destinés à améliorer la liaison au reste du réseau de certaines localités. A l'intérieur du fuseau, elles se situent majoritairement à l'Ouest, à l'échelle régionale, ces nouvelles infrastructures se situent principalement au Nord et à l'Ouest de l'Ile-de-France.

La politique routière à venir aura effectivement plutôt comme objectif d'améliorer la qualité du réseau tout en intégrant les enjeux du développement durable (réduction des nuisances sonores, remise aux normes de certaines voiries, amélioration de l'insertion urbaine et des conditions de circulation, amélioration de la qualité des rejets des eaux...).⁵

★ Réseau TC

Dans le but d'isoler les impacts du métro automatique des autres projets de transport public, l'exercice de simulation prend comme hypothèse qu'entre la situation avec et sans projet le réseau de transport public hors métro automatique est rigoureusement identique.

⁵ « Le réseau routier national d'Ile-de-France », Préfecture de la Région Ile-de-France.

Carte N°III.1.3-1 Réseau de transport en commun (hors-bus) complémentaire du projet de métro automatique en 2035 *

Société du Grand Paris

Evaluation stratégique environnementale du réseau de métro automatique du Grand Paris

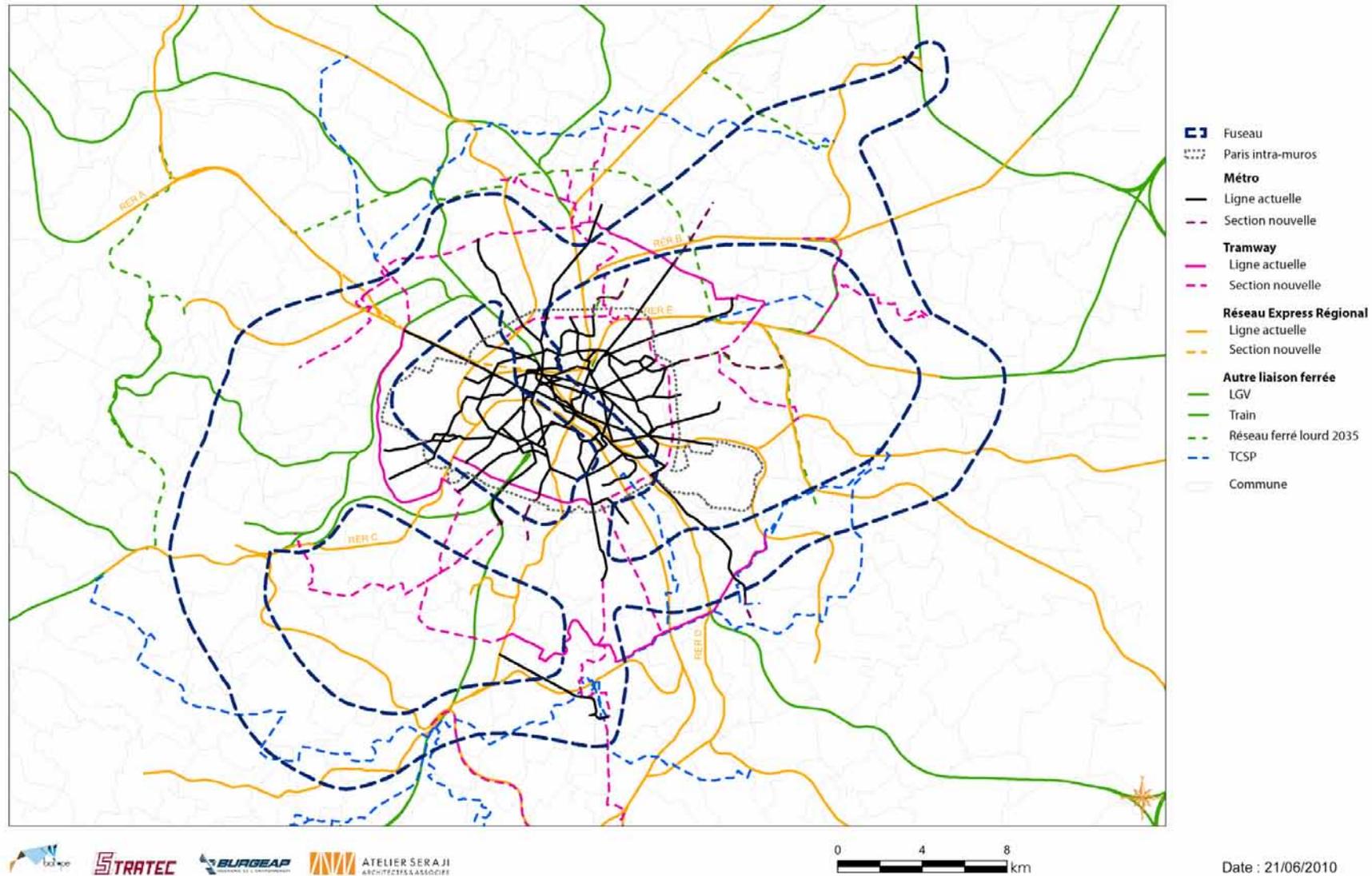


Figure III.1.3-1 : Réseau de transport en commun (hors bus) complémentaire du projet de métro automatique en 2035 (Source : SGP).

Le développement du réseau de transport en commun en Ile-de-France sera complété par plusieurs projets régionaux en parallèle du projet de métro automatique. La carte N° III.1.3-1 présente les nouvelles infrastructures considérées comme constitutives de la situation de référence 2035 pour les études prévisionnelles sur les impacts du projet (notamment en termes de trafics).

Dans ce réseau de transport en commun restructuré, de nouvelles places urbaines vont progressivement s'imposer comme de futurs pôles de correspondance voire comme des pôles d'échanges plus ou moins importants du réseau francilien.

Le tableau ci-dessous présente de manière détaillée les différents prolongements et extensions du réseau par mode de transport, tels que retenus comme hypothèses de modélisation :

RER, tangentielles et réseau ferré lourd
Extension du RER E en direction de l'Ouest
Réalisation de la tangentielle Nord sur 28 Km entre Sartouville et Noisy-le-Sec
Prolongement de la tangentielle Nord de Noisy-le-Sec à Champigny Le Plant par la Tangentielle Est
Tangentielle Ouest entre Achères et Saint-Cyr (tram-train d'environ 25 Km)
Barreau ferroviaire de Gonesse RER B à RER D desservant l'aéroport Charles-de-Gaulle
Métros
Prolongement de la ligne 4 (Porte d'Orléans - Bagneux "Chateaubriant")
Prolongement de la ligne 7 (La Courneuve "8 mai 1945" - Le Bourget "Musée de l'Air")
Prolongement de la ligne 8 (Créteil Prefecture - Créteil Parc des Sports)
Prolongement de la ligne 11 (Mairie des Lilas - Rosny-Bois Perrier)
Prolongement de la ligne 12 (Porte de la Chapelle - Mairie d'Aubervilliers)
Prolongement ligne 14 (Saint-Lazare et Mairie de Saint-Ouen) intégré au projet de métro automatique
Tramway
Prolongement du tramway 1 à l'Ouest (Saint-Denis et Rueil-Malmaison) et au Sud de Noisy-le-Sec (Noisy-le-Sec et Val de Fontenay)
Prolongement du tramway 2 (La Défense et Bezons)
Prolongement du tramway 3 (Porte d'Ivry et Porte d'Asnières)
Prolongement du T4 (Bondy - Noisy-le-Sec)
Débranchement du T4 vers Montfermeil (création de missions Aulnay – Noisy-le-Sec et Aulnay -Montfermeil)
Réalisation de la ligne 5 via un tramway sur pneumatiques (Saint-Denis – Sarcelles)
Réalisation de la ligne T6 (Châtillon – Vélizy – Viroflay) facilitant les déplacements entre banlieues.
Réalisation de la ligne 7 (Villejuif à Juvisy-sur-Orge) afin de mieux desservir les zones d'activités d'Orly et de Rungis.
Prolongement du tramway 7 au Sud de Juvisy-sur-Orge à Evry.
Réalisation de la ligne T8 (Paris Evangile – Epinay / Villetaneuse) qui améliorera les déplacements de banlieue à banlieue.
Projet de tram-train entre Massy et Evry pour desservir les deux principaux pôles de l'Essonne sans passer par Paris
Projet de tramway Croix-de-Berny – Clamart relié par la suite à Issy
Projet de Tramway Porte de Choisy – Choisy-le-Roi (ex-RN 305)
TCSF
Projet de TCSF entre Saint-Quentin-en-Yvelines et Orly desservant notamment Saclay et Massy
Réalisation d'une liaison TCSF Sénart – Corbeil
Réalisation d'un TCSF Corbeil – Grigny
Réalisation d'un TCSF reliant Sénart à la gare de Melun
Projet de TCSF Massy – Arpajon (RN 20)
Réalisation d'un TCSF desservant Orly – Val d'Yerres – Val de Seine avec un nouveau franchissement de Seine au sud de Villeneuve Saint Georges
TCSF Massy – Les Ulis (reliant la gare de Massy-Palaiseau à l'Ecole Polytechnique)
Projet de TCSF Pompadour – Sucy-Bonneuil – Bas-Marin qui facilitera les déplacements de banlieue à banlieue et remplacera partiellement l'actuelle ligne 393
Projet d'une nouvelle ligne Trans Val-de-Marne (TCSF) à l'Est reliant la station Créteil - Place de l'abbaye à la gare RER A de Noisy-le-Grand Mont d'Est
Réalisation d'un TCSF Vallée de la Seine
Projet TCSF "Altival" reliant Chênevières à Noisy-le-Grand
Projet de TCSF reliant Bezons – Herblay (RD 392). Un second projet relie Bezons à Villepinte (RD 911 - BIPE)
projet de TCSF reliant Pantin à Pavillons-sous-Bois (RN 3)

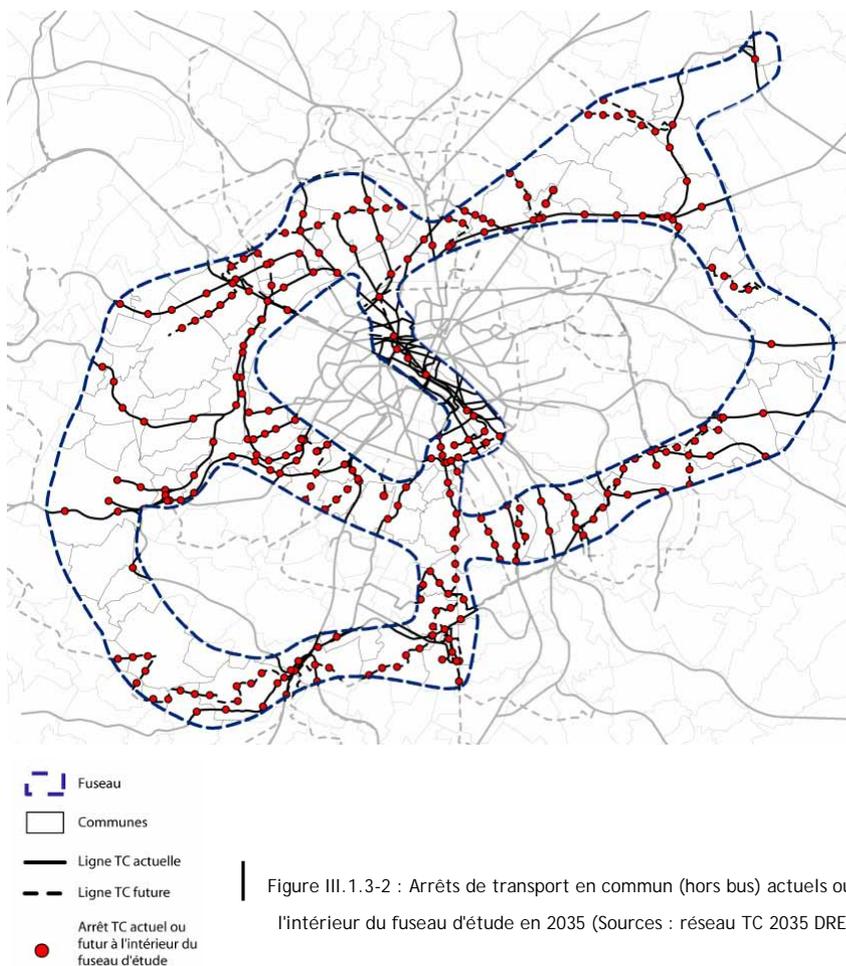
Tableau 1.4-1 : Prolongements et extensions du réseau de transport public, par mode de transport, prévus en 2035 (hypothèses de modélisation)

★ **Métro automatique**

Pour les besoins de la modélisation, un métro automatique de référence (tracé, arrêts, vitesse commerciale) a été codifié par le maître d'ouvrage et intégré aux modèles de transport⁶.

⁶ La vitesse commerciale est de 65 km/h, le nombre d'arrêt 40.

Le métro automatique a l'ambition d'augmenter considérablement le taux de maillage (nombre de stations avec correspondance, sur nombre de station total) du réseau de transport public. Le tracé en rocade permet en effet de croiser un maximum de lignes, puisque la majorité du réseau de transport en commun francilien est structuré radialement. Certaines de ces correspondances avec le réseau de transport public peuvent être considérées comme incontournables car il s'agit déjà de nœud de correspondances entre le RER et le train (Transilien ou TGV).



L'efficacité et la qualité d'un réseau de transport en commun en milieu urbain se détermine également par son taux de maillage. Cet indice, rapport entre les stations maillées (en correspondance avec au moins une autre ligne de transport collectif) et le nombre total de stations, est régulièrement cité comme un indice garant d'un maillage relativement dense ainsi que de la présence d'interconnexions avec d'autres réseaux de transport. Le réseau de métro francilien comprend ainsi actuellement 296 stations de métro dont 73 sont maillées, soit un taux de maillage de 25 % (chiffre qui atteint 29 % pour Paris). Le projet de métro automatique a l'ambition d'augmenter le taux de maillage du réseau de transport public.

Ainsi, à l'horizon 2035, le réseau peut être constitué d'une vingtaine de gares de correspondances supplémentaires (plus de 30 possibilités de correspondances en comptant les pôles de correspondance existant) à l'intérieur du fuseau de

référence. On constate dès lors tout l'intérêt de la localisation des gares de la future ligne de métro automatique lorsqu'on observe l'importance croissante du nombre de gares de correspondances (avérées ou potentielles) avec lesquelles elle pourrait s'interconnecter.

La carte ci-dessous illustre bien comment une ligne de rocade valoriserait les lignes pénétrantes (train, RER, tramway et TCSP) présentement peu reliées entre elles, facilitant par la même occasion les déplacements quotidiens de banlieue à banlieue, peu aisés dans la situation actuelle.

La carte ci-dessous présente l'ensemble des arrêts et stations compris dans le fuseau en fonction de leur typologie pour l'horizon actuel ainsi que pour 2035.

Carte N°III.1.3-3 Typologie des arrêts de transport en commun (hors bus) actuels ou futurs à l'intérieur du fuseau d'étude en 2035

Société du Grand Paris

Evaluation stratégique environnementale du réseau de métro automatique du Grand Paris

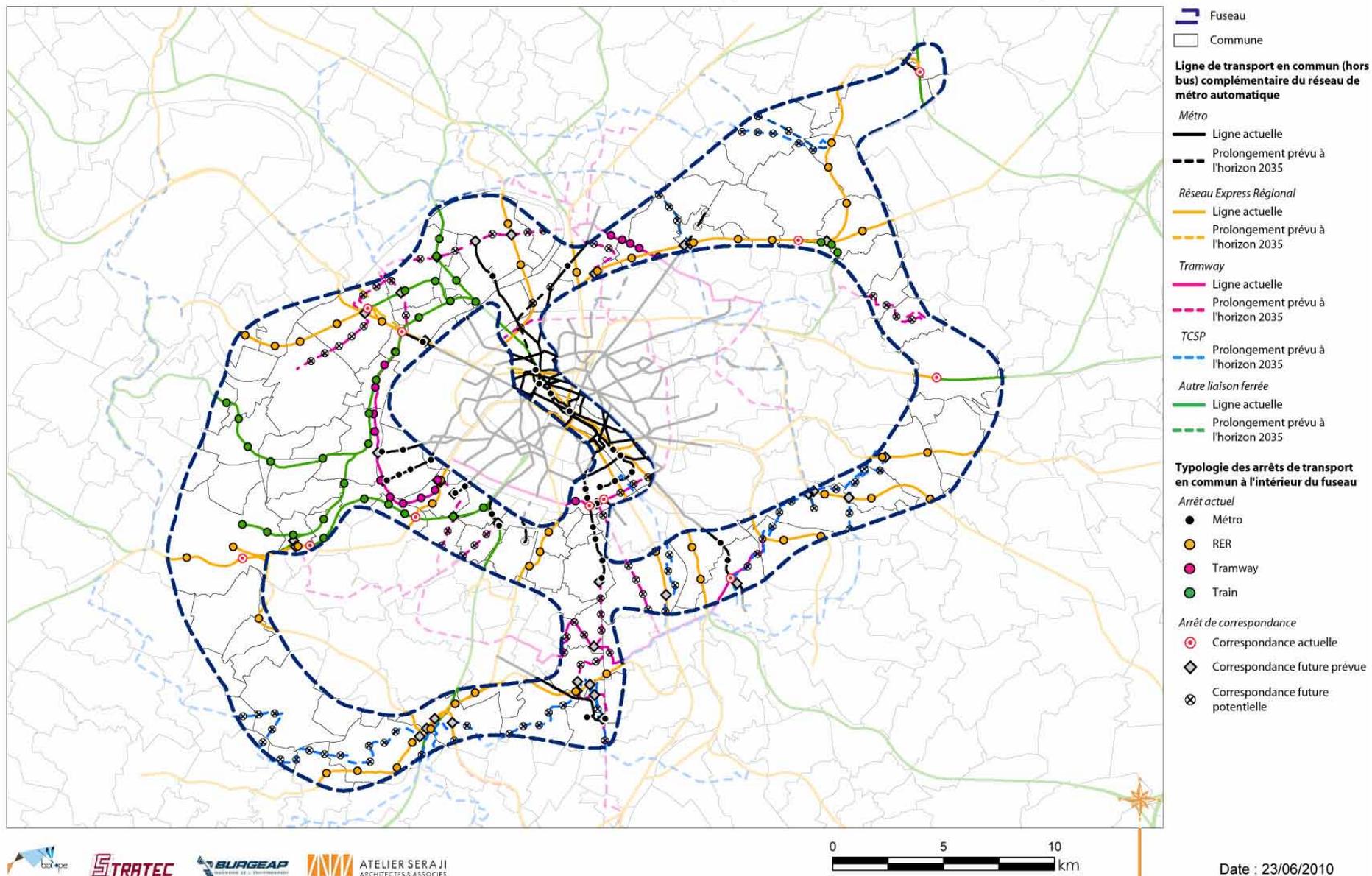
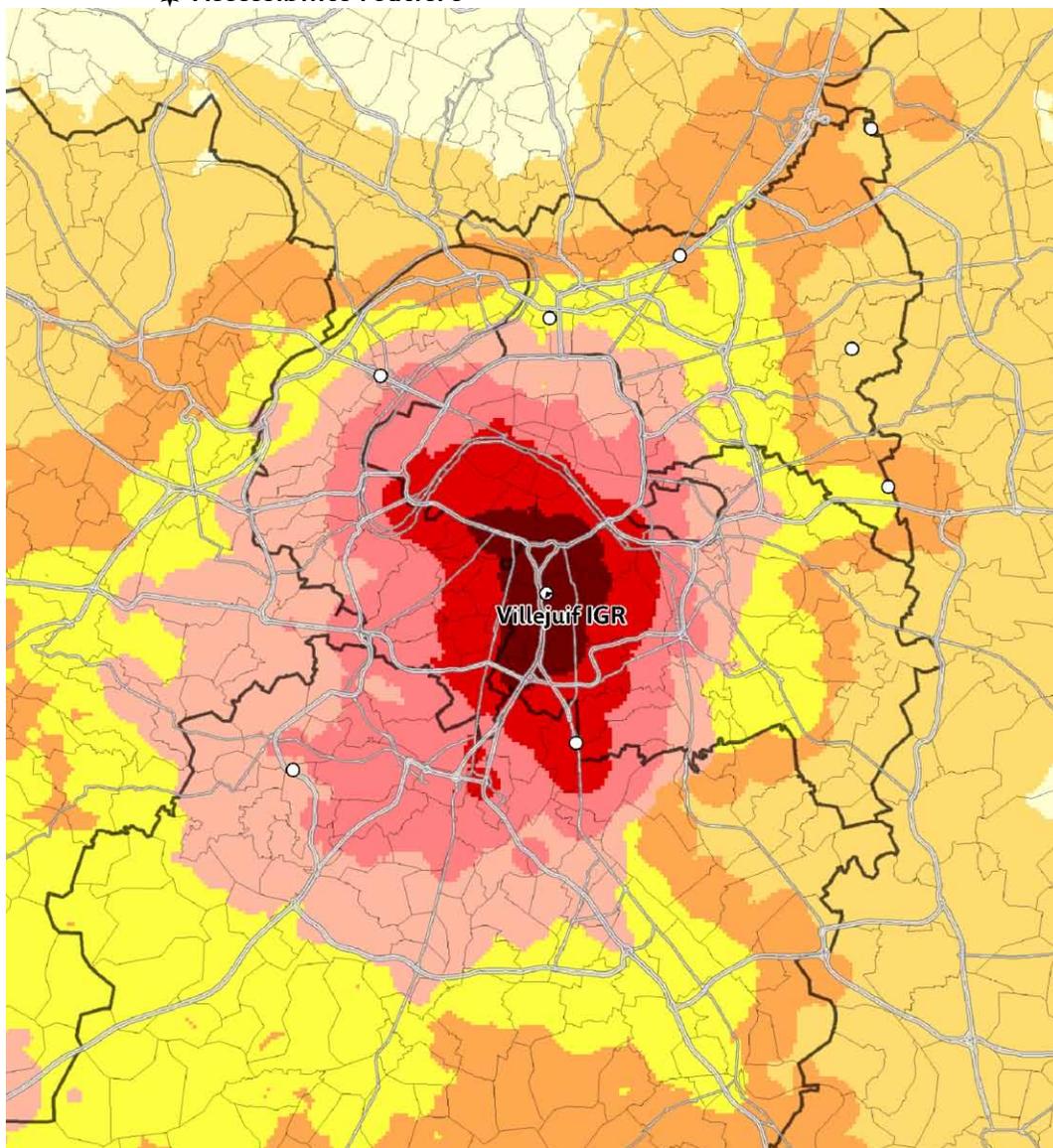


Figure III.1.3-3 : Typologie des arrêts de transport en commun (hors bus) actuels ou futurs à l'intérieur du fuseau d'étude en 2035.

III.1.4 Accessibilité

★ **Accessibilité routière**



Temps d'accès en voiture particulière

- Moins de 15 min
- Entre 15 et 30 min
- Entre 30 et 45 min
- Entre 45 min et 1h
- Entre 1h et 1h15
- Entre 1h15 et 1h30
- Entre 1h30 et 2h
- Plus de 2h

Figure III.1.3-4 : Temps d'accès en voiture particulière au pôle de Villejuif en 2035 (heure de pointe du matin) en situation de référence.

Les cartes ci-dessous montrent pour un exemple de zone de développement les temps moyens d'accès à destination avec et sans projet. On remarquera que l'effet bien que bien réel n'est que faiblement ressenti pour un trajet individuel. Par contre, globalement, comme les variations sont relativement homogènes sur la zone d'étude et que de nombreux usagers en profitent, le gain de temps total n'est pas négligeable.

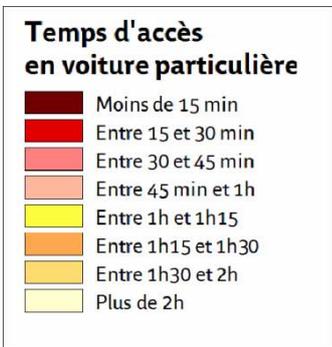
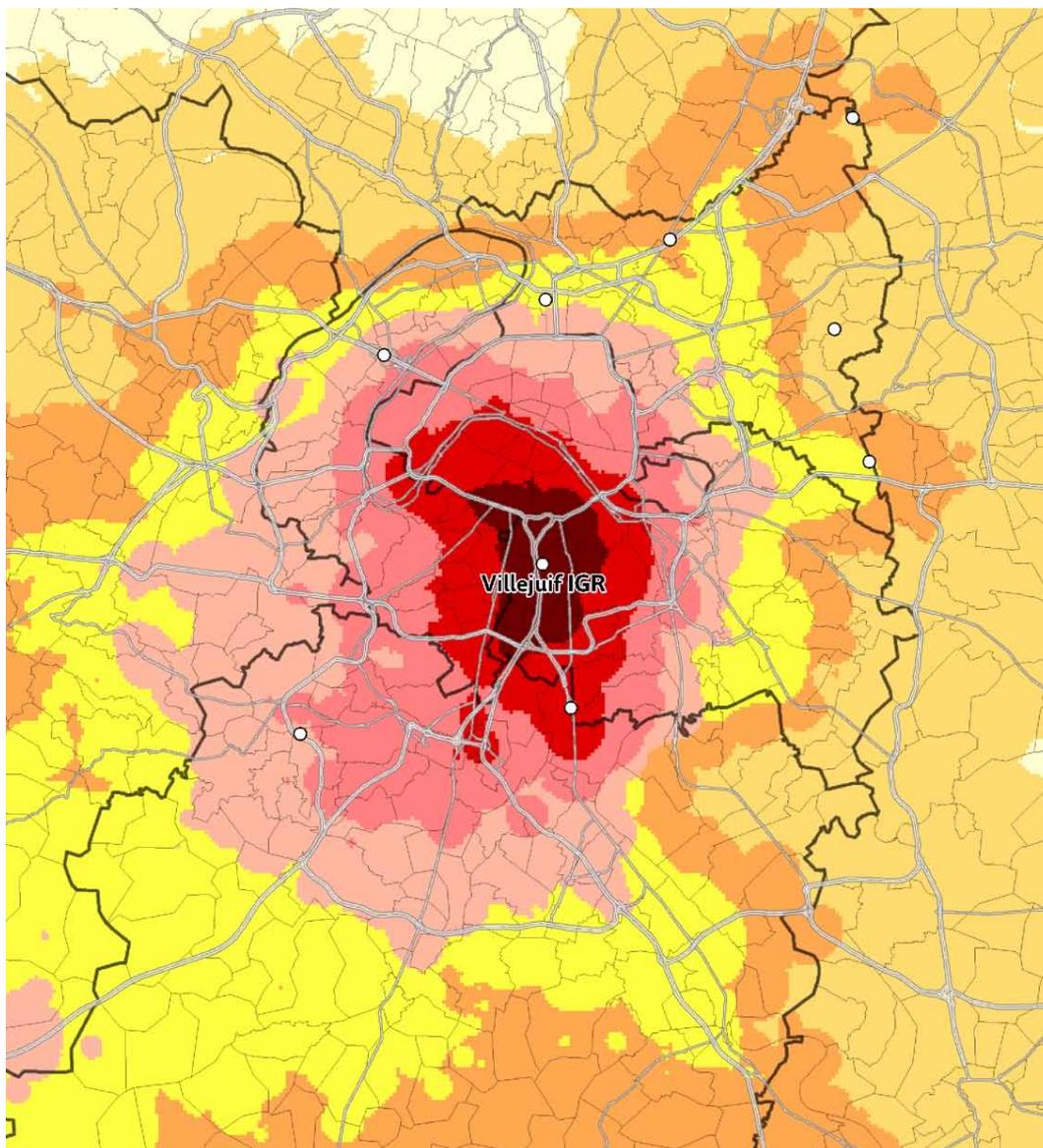
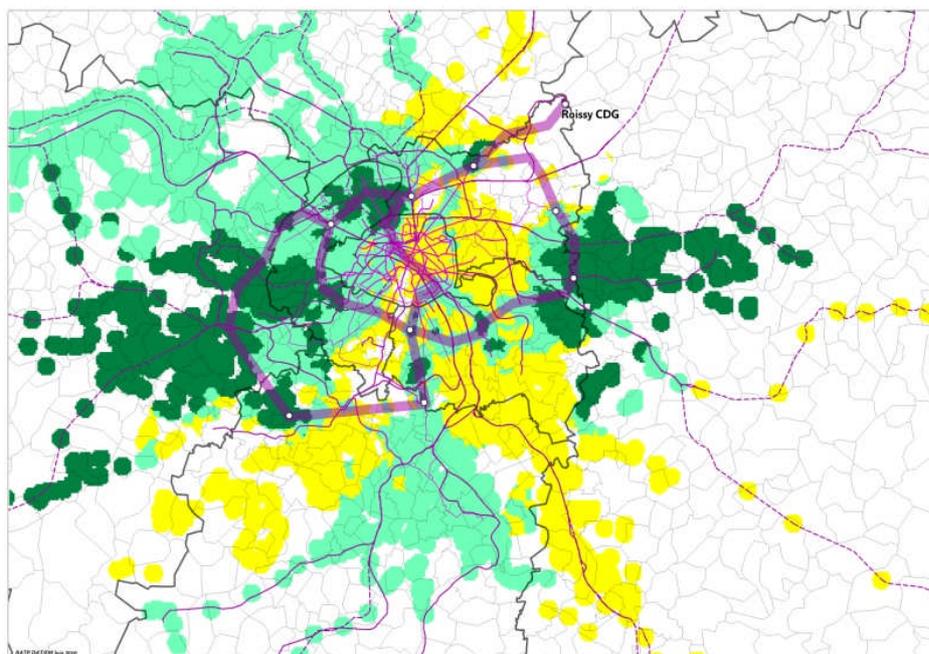


Figure III.1.3-5 : Temps d'accès en voiture particulière au pôle de Villejuif en 2035 (heure de pointe du matin) suite au projet.

★ **Accessibilité en transport public**

Les cartes ci-dessous montrent pour chaque zone de développement les temps moyens d'accès à destination avec et sans projet.

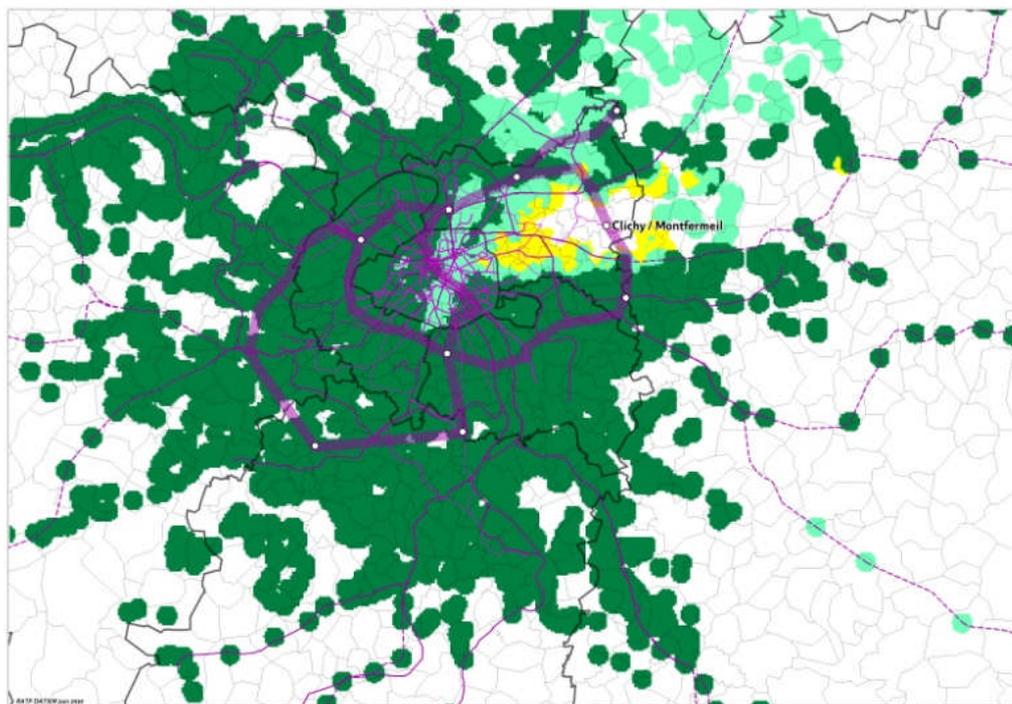


Variation de temps d'accès en TC

- Gain compris entre 3 et 10 min
- Gain compris entre 10 et 20 min
- Gain supérieur à 20 min

Figure III.1.3-6 : Variation de temps d'accès à Roissy CDG en transport en commun , à l'heure de pointe du matin (Sources : SGP)

L'observation de la carte ci-dessus montre l'effet de renforcement du maillage. Les gains de temps s'observent non seulement pour la périphérie du fuseau d'étude mais également pour Paris intra-muros. L'accessibilité de Roissy-CDG est fortement améliorée à partir de toute la périphérie ouest du Bourget au plateau de Saclay et à l'est l'amélioration est également forte (plus de 20 min de gain) vers Clichy-Montfermeil et Cité Descartes. De plus, l'accessibilité de Roissy depuis environ la moitié du territoire de Paris intra-muros fait l'objet d'une économie de plus de 10 minutes. Sur la liaison Orly-CDG, on observe également un gain de plus de 10 minutes.

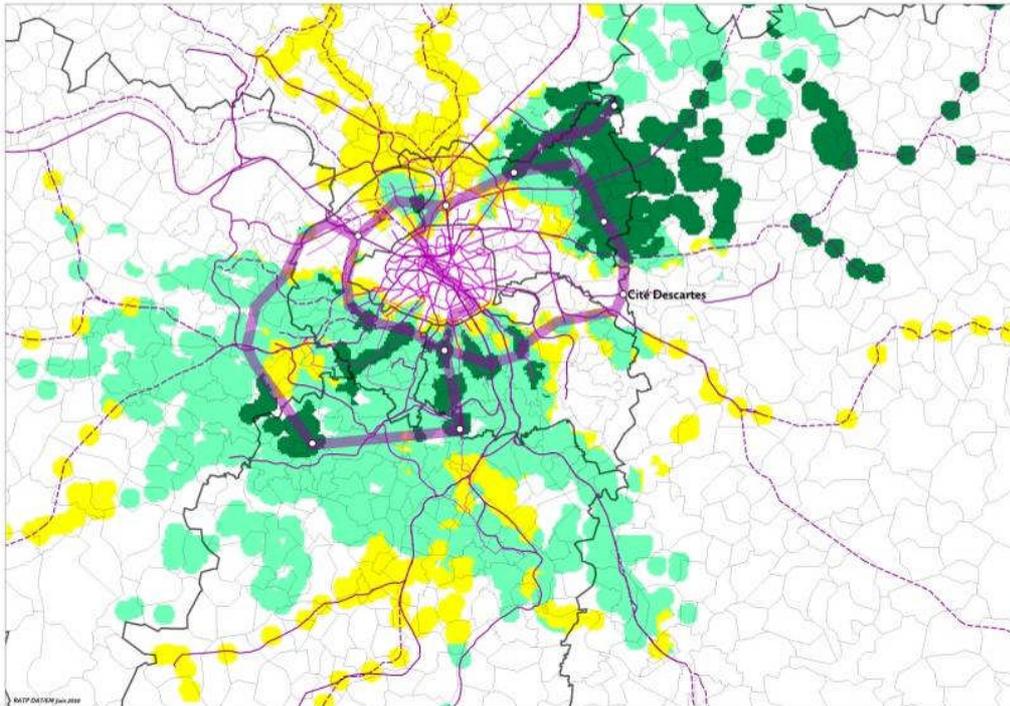


Variation de temps d'accès en TC

- Gain compris entre 3 et 10 min
- Gain compris entre 10 et 20 min
- Gain supérieur à 20 min

Figure III.1.3-7 : Variation de temps d'accès à Clichy-Montfermeil en transport en commun , à l'heure de pointe du matin (Source : SGP)

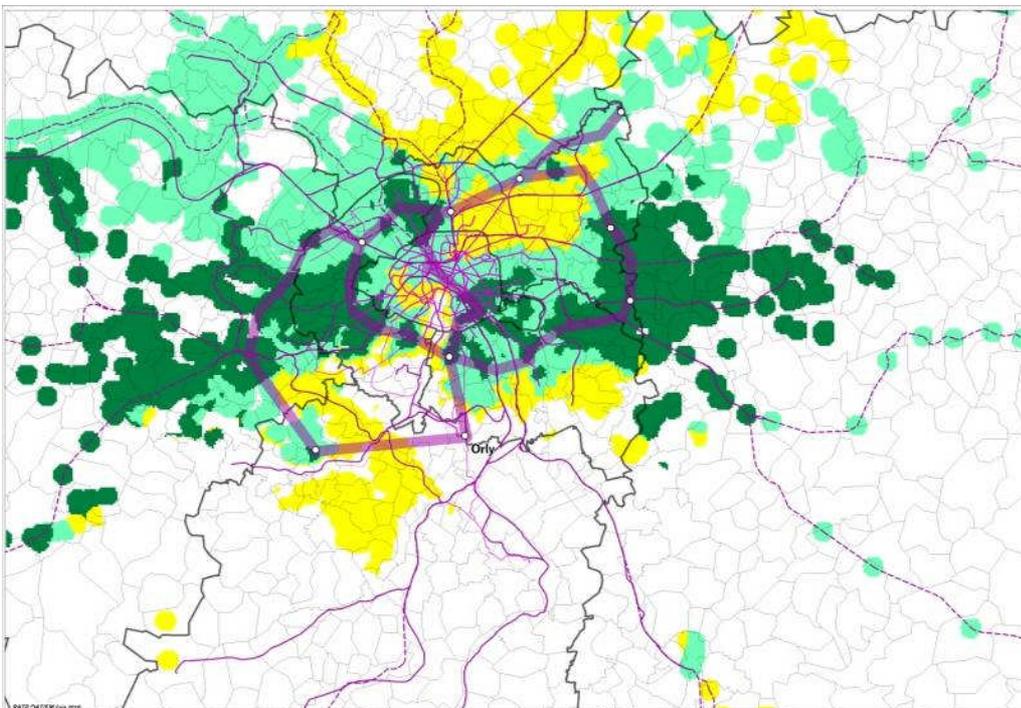
Les gains d'accès à Clichy-Montfermeil sont très importants puisque cette zone était auparavant très mal desservie par les transports publics. On observe un gain supérieur à 20 minutes dans presque toutes les directions.



Variation de temps d'accès en TC

- Gain compris entre 3 et 10 min
- Gain compris entre 10 et 20 min
- Gain supérieur à 20 min

Figure III.1.3-8 : Variation de temps d'accès à Cité-Descartes en transport en commun , à l'heure de pointe du matin (Source : SGP)



Variation de temps d'accès en TC

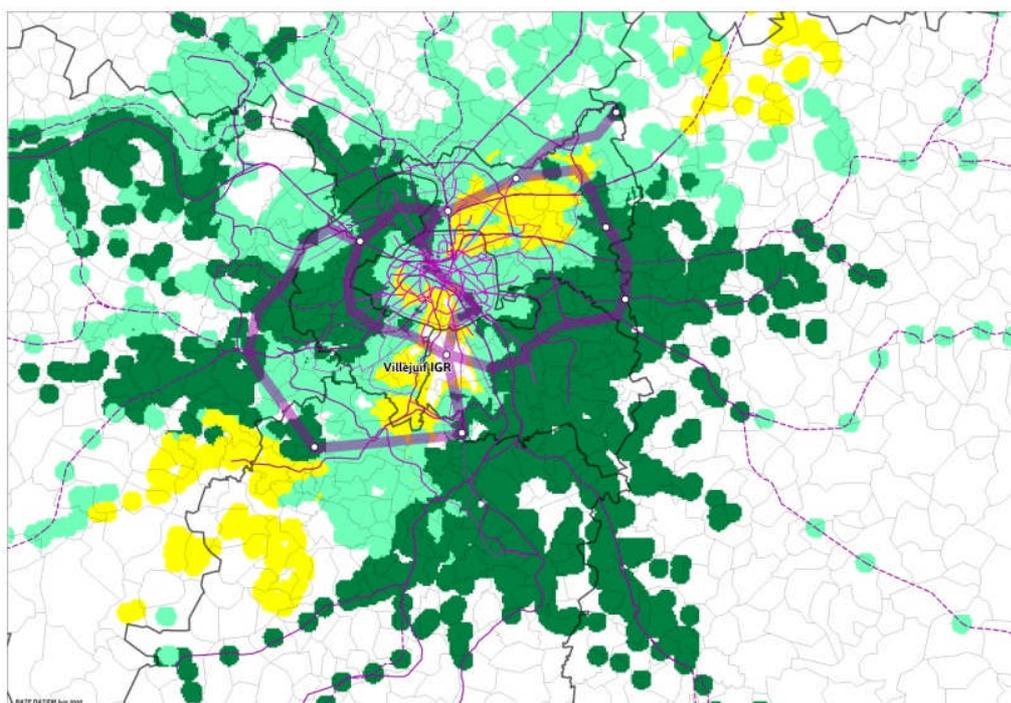
- Gain compris entre 3 et 10 min
- Gain compris entre 10 et 20 min
- Gain supérieur à 20 min

Figure III.1.3-9 : Variation de temps d'accès à Orly en transport en commun

, à l'heure de pointe du matin (Source : SGP)

Les gains de temps d'accès en TC au pôle Cité-Descartes sont très importants surtout depuis Roissy-CDG et le sud-ouest de Paris (Versailles, Saclay, Massy, Orly, Villejuif). Depuis Paris et la Défense, l'effet demeure faible puisque la desserte radiale actuelle en RER est déjà très performante.

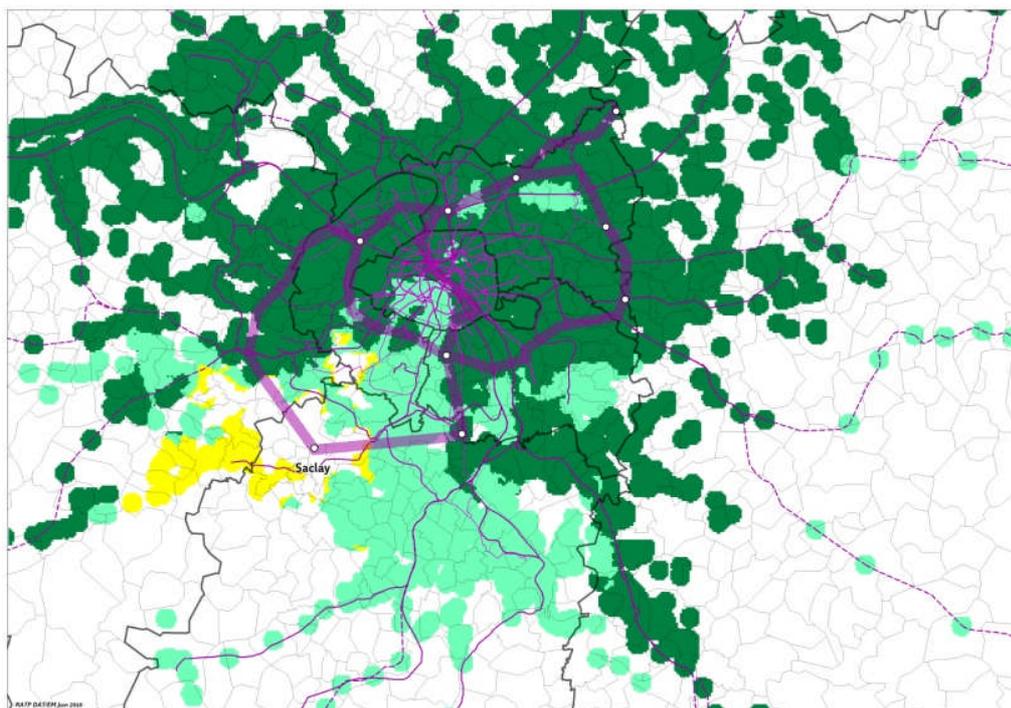
A destination d'Orly, les gains d'accès en TC sont surtout importants depuis Versailles à l'ouest et Clichy-Montfermeil et Cité Descartes à l'Est. Les gains sur la liaison Orly-CDG sont supérieurs à dix minutes. Une liaison plus directe vers le centre permet de réduire de plus de dix minutes les temps d'accès.



Variation de temps d'accès en TC

- Gain compris entre 3 et 10 min
- Gain compris entre 10 et 20 min
- Gain supérieur à 20 min

Figure III.1.3-10 : Variation de temps d'accès à Villejuif en transport en commun, à l'heure de pointe du matin (Source : SGP)



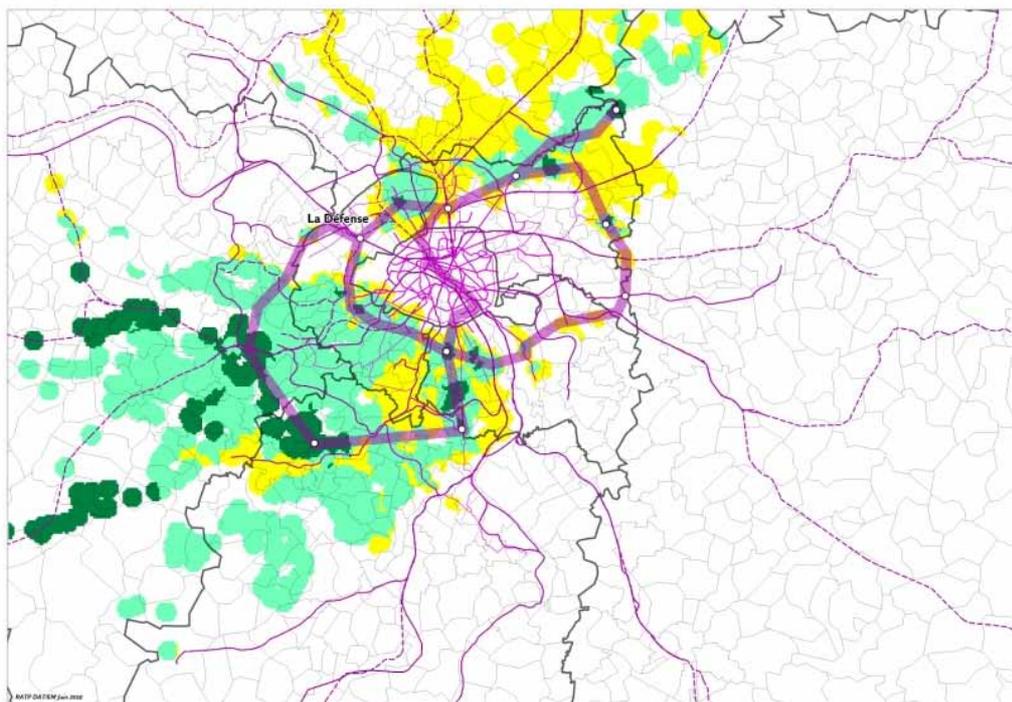
Variation de temps d'accès en TC

- Gain compris entre 3 et 10 min
- Gain compris entre 10 et 20 min
- Gain supérieur à 20 min

Figure III.1.3-11 : Variation de temps d'accès à Saclay en transport en commun, à l'heure de pointe du matin (Source : SGP)

Villejuif se trouve au croisement de deux liaisons du nouveau métro automatique et bénéficie donc pleinement de l'effet de maillage du métro et de l'ensemble du réseau. Les gains (plus de 20 minutes) sont très importants aussi bien à l'ouest (Versailles, La Défense) qu'à l'est (Roissy-CDG, Clichy-Montfermeil, Cité-Descartes et toute la zone desservie par le RER D).

L'accessibilité du plateau de Saclay est fortement améliorée dans toutes les directions. Globalement, c'est l'ensemble de la zone d'étude qui profite d'un gain de plus de 20 minutes pour se rendre au plateau de Saclay.

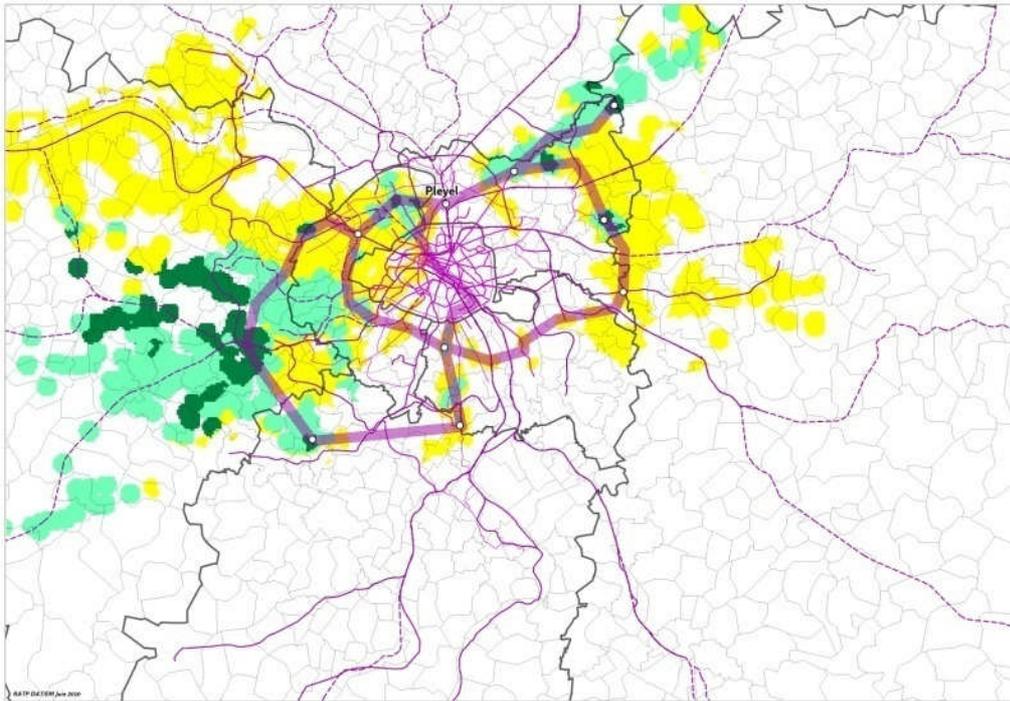


Variation de temps d'accès en TC

- Gain compris entre 3 et 10 min
- Gain compris entre 10 et 20 min
- Gain supérieur à 20 min

Figure III.1.3-12 : Variation de temps d'accès à la Défense en transport en commun, à l'heure de pointe du matin (Source : SGP)

La Défense est une zone déjà globalement très bien desservie. Les effets du projet sur les temps d'accès en transport en commun sont donc moins marqués que pour les autres localisations du fuseau. On observe cependant de fortes améliorations (plus de 20 minutes) depuis Roissy CDG, Versailles, le plateau de Saclay et jusqu'à Orly et Villejuif.

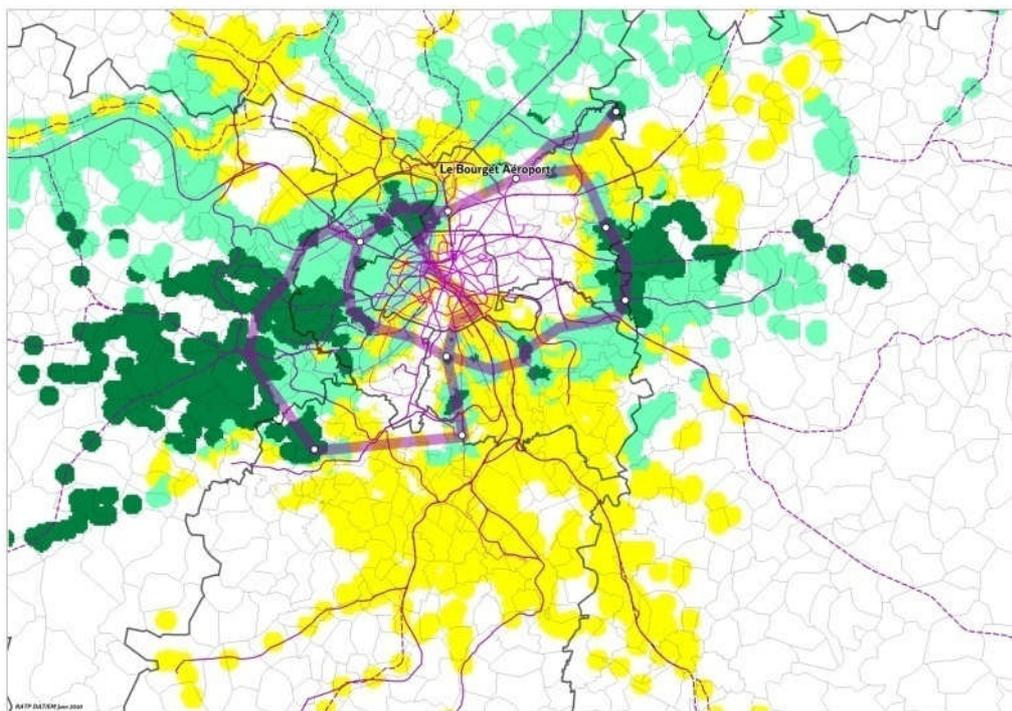


Variation de temps d'accès en TC

- Gain compris entre 3 et 10 min
- Gain compris entre 10 et 20 min
- Gain supérieur à 20 min

Figure III.1.3-13 : Variation de temps d'accès à Pleyel en transport en commun, à l'heure de pointe du matin (Source : SGP)

A destination de Pleyel, les gains sont surtout importants depuis Roissy CDG et Clichy- Montfermeil à l'est (plus de 20 minutes) et depuis Versailles et le plateau de Saclay à l'ouest. On observe également un effet positif sur la desserte locale depuis l'ouest puisqu'il devient possible d'éviter les détours par Paris. Depuis le sud et le nord, la desserte actuelle performante de la Plaine Saint-Denis (lignes de RER) limite le potentiel d'amélioration apporté par le métro automatique (à noter cependant 10 minutes de gains entre Orly et Pleyel).



Variation de temps d'accès en TC

- Gain compris entre 3 et 10 min
- Gain compris entre 10 et 20 min
- Gain supérieur à 20 min

Figure III.1.3-14 : Variation de temps d'accès à l'aéroport du Bourget en transport en commun , à l'heure de pointe du matin
(Source : SGP)

★ Accessibilité des gares

A ce stade de l'étude, les gares ne sont pas encore localisées précisément. Dans tous les cas, il conviendra d'assurer le rabattement local par les modes doux, les transports publics et la route (Cf. chapitre sur les mesures d'accompagnement).

III.1.5 Distribution des déplacements avec et sans projet en 2035

Horizon 2035

Les déplacements journaliers en 2035 sont estimés à partir d'hypothèses sur l'usage du sol, la distribution géographique des déplacements et la configuration des réseaux.

Avec et sans projet

Le modèle redistribue en partie des déplacements sur les relations origines/destinations dont l'accessibilité en transport public s'est améliorée.

En effet, il a été observé sur le long terme que le budget temps des franciliens restait relativement constant alors même que les territoires se rapprochaient grâce à des infrastructures de transport toujours plus performantes. Cela signifie qu'une amélioration des temps de parcours permet aux usagers d'aller plus loin pour un même budget temps. Ce comportement est quantifié par le modèle. Globalement, on observe que la distance moyenne parcourue en transport public augmente de 3 % avec le projet.

III.1.6 Choix du mode de transport avec et sans projet en 2035

Horizon 2035

Entre 2005 et 2035, la part modale des transports publics augmente fortement, notamment suite à la mise en œuvre des mesures du Plan de Déplacement Urbain de l’Ile-de-France.

Part modale des transports publics	Etat initial	Situation de référence (2035)	Différence entre 2035 et l'état initial (point)	Situation de projet (2035)
Centre	60.3%	63.1%	2.7	63.0%
Fuseau	36.9%	39.4%	2.5	39.9%
Périphérie	26.5%	27.5%	1.0	27.7%

Figure III.1.5-1 : Evolution de la part modale des transports publics en 2035 suite au projet par grandes zones.

Le schéma ci-dessus montre qu’entre 2005 et 2035, les mouvements en liaison avec le territoire du fuseau d’étude sont en très forte progression (+32 %, soit 81 000 déplacements supplémentaires de fuseau à fuseau à l’heure de pointe du matin).

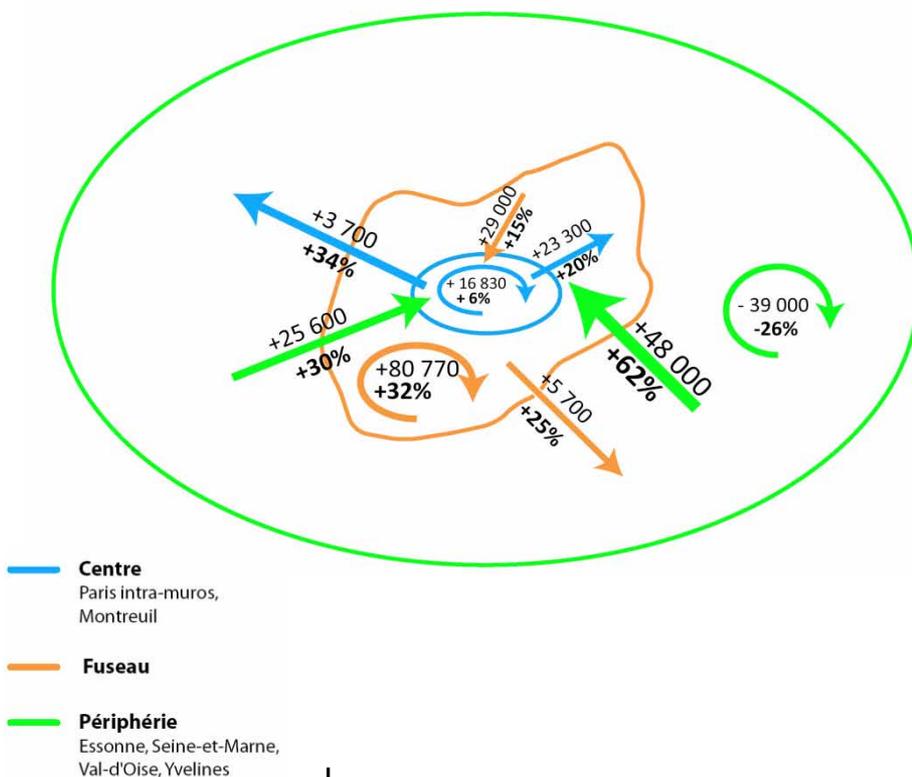


Figure III.1.5-2 : Evolution des déplacements TC à l'heure de pointe du matin

entre 2005 et 2035 (Source : SGP).

Avec et sans projet

Dans le modèle, le métro automatique est placé dans un environnement d'offre de transport (transport public et routier) qui est rigoureusement le même que celui du scénario sans projet. Cela signifie que le report modal calculé par le modèle est essentiellement dû aux gains de temps sur le réseau de transport public. Par un effet de vases communicants, l'augmentation de la part modale des transports publics au détriment de la route peut avoir un effet positif sur la part modale routière puisque la circulation s'est globalement fluidifiée.

Le report modal de la voiture vers les transports publics est estimé à 18 000 voyages à l'heure de pointe du matin, soit une augmentation de 1.2% des déplacements en transport public à l'échelle de l'Ile-de-France et une diminution de 1.3 % des déplacements automobiles.

Les cartes ci-dessous montrent comment se répartissent géographiquement ces déplacements supplémentaires sur les transports publics.

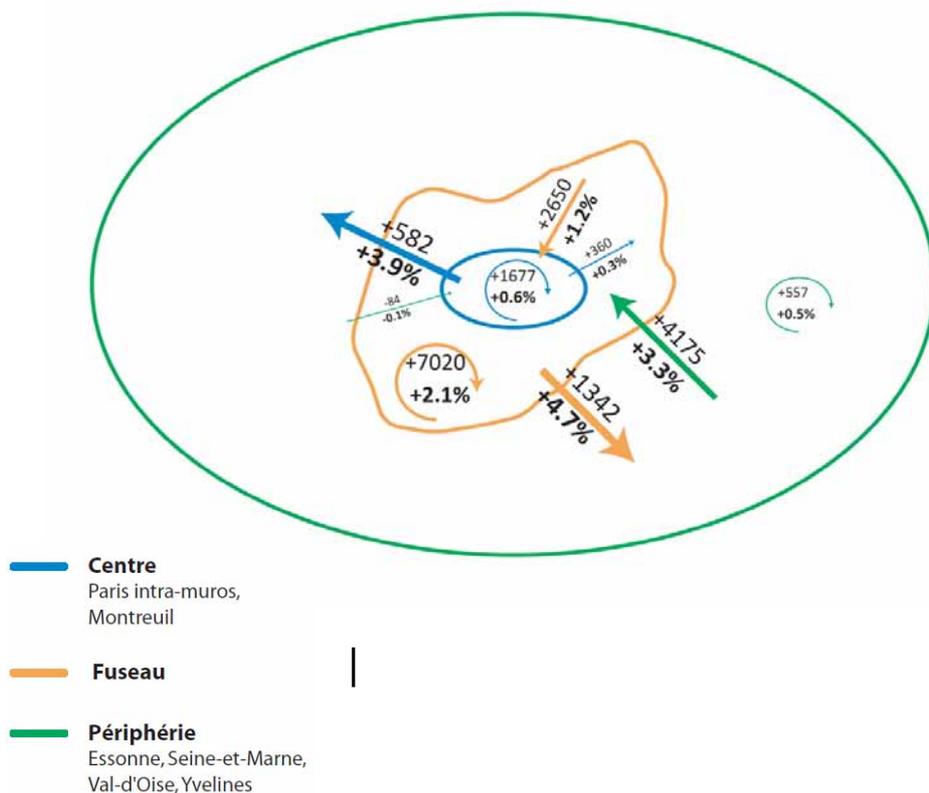


Figure III.1.5-3 : Evolution des déplacements TC à l'heure de pointe du matin en 2035 suite au projet (Source : SGP).

La majorité des déplacements sont soit à destination ou à l'origine de la zone fuseau :

- 7000 voyages supplémentaires sur des relations de petite périphérie à petite périphérie (fuseau à fuseau)
- 3000 voyages sur des relations de fuseau vers le centre (Paris + zone de Montreuil)
- 5500 voyages sur des relations de fuseau à grande périphérie

Le métro automatique présente donc un intérêt non seulement pour les relations de petite périphérie à petite périphérie mais également pour des déplacements en relation avec le centre (correspondance avec les lignes radiales ou via la ligne 14) et avec la grande périphérie (effet de maillage). Dans ces deux derniers cas, il est utilisé comme mode de rabattement vers les lignes radiales existantes (métro + RER vers le centre, RER + train vers la grande périphérie).

La majorité des déplacements gagnés sur la route ont leur origine ou destination dans la petite périphérie de Paris (ensemble des communes à proximité du fuseau d'étude). La carte ci-dessous montre comment se distribuent ces déplacements sur la zone d'étude.

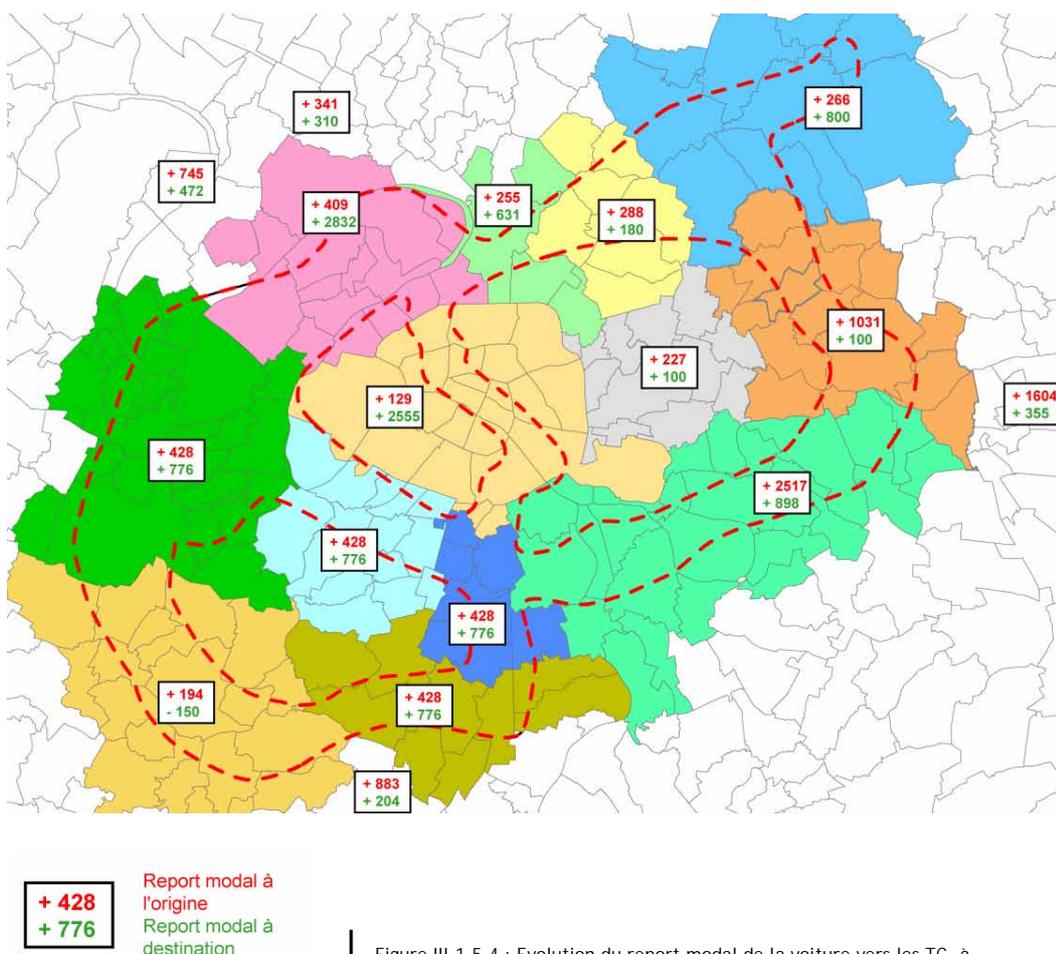


Figure III.1.5-4 : Evolution du report modal de la voiture vers les TC, à l'origine, à l'heure de pointe du matin en 2035 par macrozone suite à la mise en place du projet (Source : SGP)

Comme origine des déplacements ce sont les zones de Clichy-Montfermeil, Descartes, Boulogne-Issy-Clamart, puis dans une moindre mesure Versailles, la Défense et Villejuif qui bénéficient des reports modaux les plus importants.

Comme destination des déplacements ce sont Paris, la Défense, Boulogne-Issy-Clamart, Roissy, Descartes, Versailles, Bourget qui bénéficient des reports modaux les plus importants. En dehors de la zone du fuseau (petite périphérie), le report modal à l'origine est surtout localisé en grande périphérie (Seine-et-Marne d'abord, puis l'Essonne, le Val d'Oise et les Yvelines).

Part modale des transports publics	Etat initial	Situation de référence (2035)	Différence entre 2035 et l'état initial (point)	Situation de projet (2035)	Différence entre la situation de projet et de référence (2035) (point)	Marge de progression (objectif 50%)
Boulogne-Issy-Clamart	41.0%	41.8%	0.8	42.3%	0.5	7.7%
Clichy-Montfermeil	35.7%	38.7%	2.9	39.5%	0.8	10.5%
Descartes	37.2%	41.2%	4.0	41.8%	0.6	8.2%
Essonne	26.3%	29.1%	2.8	29.1%	0.0	
La Défense	42.6%	43.5%	1.0	43.8%	0.3	6.2%
Le Bourget	36.6%	40.0%	3.3	40.5%	0.5	9.5%
Massy-Orly	29.1%	34.2%	5.1	34.5%	0.3	15.5%
Montreuil	48.9%	48.7%	-0.3	48.5%	-0.2	
Paris	63.7%	66.4%	2.7	66.3%	-0.1	
Roissy-CDG	30.1%	37.7%	7.7	38.3%	0.6	11.7%
Saclay	22.2%	23.0%	0.8	23.5%	0.5	26.5%
Saint-Denis	40.7%	50.3%	9.6	50.6%	0.3	-0.6%
Seine-et-Marne	21.2%	24.1%	2.9	24.4%	0.3	
Val-d'Oise	31.1%	32.3%	1.2	32.7%	0.3	
Versailles	34.2%	31.8%	-2.4	32.3%	0.5	17.7%
Villejuif	36.9%	41.6%	4.6	42.5%	1.0	7.5%
Yvelines	28.8%	25.9%	-2.9	26.1%	0.2	
Centre	60.3%	63.1%	2.7	63.0%	-0.1	
Fuseau	36.9%	39.4%	2.5	39.9%	0.5	10.1%
Périphérie	26.5%	27.5%	1.0	27.7%	0.2	
TOTAL	38%	39.9%	1.9	40.2%	0.3	

Tableau III.1.5-1 : Part des déplacements en transport public, à l'origine, dans les déplacements mécanisés (excepté les deux-roues), à l'heure de pointe du matin en 2035 (Sources : résultats de modèles de la DREIF).

Le tableau III.1.5-1 ci-dessus montre que les variations de parts modales induites par le projet sont relativement modestes. Les plus fortes augmentations sont observées à Clichy-Montfermeil, dont l'accessibilité a été fortement améliorée par rapport à la situation de référence, et à Villejuif qui se trouve sur un pôle d'échange du nouveau réseau de métro automatique et profite ainsi d'une accessibilité améliorée dans quatre directions. Sur Paris et Montreuil, la légère diminution s'explique par une faible augmentation du report modal vers la voiture permis par l'amélioration des conditions de circulation.

La part modale des transports publics la plus élevée dans la proche périphérie (zone fuseau) se trouve dans la zone de Saint-Denis (50.6 %). Le tableau ci-dessus présente la marge de progression des autres zones du fuseau avec un objectif de 50 % de part modale des transports publics comme c'est le cas à Saint-Denis. On observe d'emblée que la marge de progression est conséquente. Avec cette hypothèse, la demande en transport public augmenterait de 25 % dans toute la zone fuseau.

Le report modal calculé par le modèle reste donc relativement modeste en comparaison avec la taille du projet. Nous verrons cependant au chapitre suivant qu'un important report modal n'est pas nécessaire pour que le métro automatique soit très fréquenté.

Néanmoins, en guise de conclusion, il semble important pour accentuer la réussite du projet de l'accompagner d'une série de mesures qui favoriseront le report modal et plus généralement l'usage des transports publics. La description de ces mesures fait l'objet du chapitre III.1.9 (« mesures d'accompagnement »).

III.1.7 Fréquentation des réseaux avec et sans projet en 2035

Le modèle permet de tester la mise en œuvre du métro automatique à l'horizon 2035 et son impact sur la fréquentation des différents modes de transport public et privé d'Ile-de-France.

Réseau de transport public

Entre 2005 et 2035 la fréquentation du réseau de transport public aura fortement augmenté (+26 % d'embarquement). Cela résulte principalement de l'augmentation de la population et des activités dans le fuseau d'étude, et du développement du réseau. D'ailleurs, on observe que les distances parcourues et les temps passés sur le réseau augmentent plus fortement que les embarquements. Cela signifie que les nouveaux voyageurs font essentiellement des trajets plus longs.

Indicateurs de mobilité : Transport public

Tous les véhicules IdF heure de pointe du matin	Distances parcourues (pass. * h)	Temps passé en véhicule brut (pass. * h)	Temps totaux des usagers TC (pass * h)	Nombre de déplacements
Etat initial (*)	14 305 060	387 517	751 267	1 189 061
Situation de référence (2035) (**)	ND	584 850	1 148 992	1 498 008
Situation de projet (2035) (**)	ND	587 742	1 175 438	1 543 713
Evolution 2007 - 2035 (sans projet)	ND	50,9%	52,9%	26,0%
Evolution en 2035 suite au projet	ND	0,5%	2,3%	3,1%

Tableau III.1.5-2 : Bilan de fréquentation du réseau de transport public en 2005 et 2035, avec et sans projet

(Source : SGP)

Légende : (*) Résultats du modèle de réseau de transport public de 2007 (heure de pointe du matin) (source SGP)
 (**) Indicateurs issus du modèle DREIF (source SGP)

Le graphique ci-dessous présente les résultats de simulation avec et sans projet par mode de transport. Il s'agit d'un indicateur du nombre de voyages par mode de transport utilisé. Un voyage peut donc être compté plusieurs fois si plusieurs modes sont empruntés.

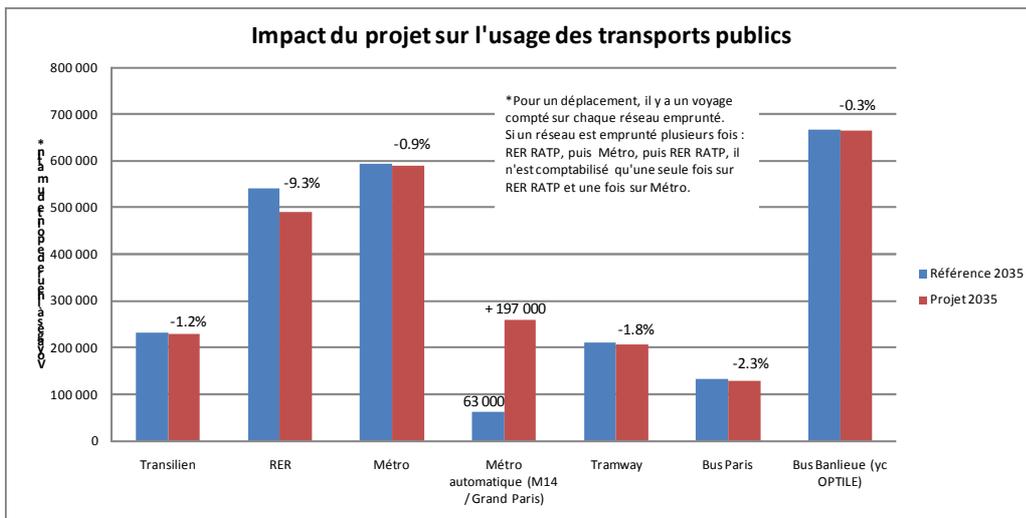


Figure III.1.5-5 : Evolution du nombre de voyages par type de transport public utilisé à l'heure de pointe du matin en 2035 suite à la mise en œuvre du projet (Source : SGP)

Ce graphique montre bien l'augmentation substantielle de la fréquentation du mode métro automatique (+ 197 000 voyages à l'heure de pointe du matin). En 2035, le métro automatique du Grand Paris, incluant les prolongements nord et sud de la ligne 14, transportera plus de 260 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin.

Le trafic estimé sur le métro automatique modélisé montre que le maximum de charge varierait, selon les liaisons considérées, entre 15 000 et 40 000 voyageurs par heure et par sens ce qui correspond bien à la capacité du mode métro.

Mis à part le RER dont la fréquentation baisse de l'ordre de 9 % (- 50 000 voyageurs/hpm), les autres transports publics conservent une fréquentation similaire. Cela signifie que le métro automatique fonctionne en réseau : il est essentiellement utilisé en combinaison avec d'autres modes. La fréquentation observée s'explique par le report modal (+ 18 000 voyages) et la concurrence avec les autres modes.

Globalement, le nombre moyen de correspondances par voyageur augmente de 2.8 % (de 1.16 à 1.19). Cela s'explique par la forte attractivité du métro automatique qui possède une vitesse commerciale élevée. Il devient alors plus intéressant de faire une correspondance supplémentaire que de continuer sur une ligne moins rapide. Les nouveaux utilisateurs des transports publics (report modal) peuvent également contribuer à augmenter le nombre de correspondances moyen par voyages.

Globalement, les temps d'attente diminuent de 1.3 %, ce qui s'explique par la fréquence relativement plus élevée du métro automatique.

Sur les mouvements de rocade, le métro automatique concurrence principalement les bus de banlieue mais ces derniers sont utilisés en contrepartie

pour rabattre la clientèle vers les gares. Au total, le nombre de voyages en bus reste pratiquement inchangé. Une analyse plus fine (non réalisée ici) devra évaluer la baisse des kilomètres parcourus en bus qui en résulte ainsi que l'économie qui en découle.

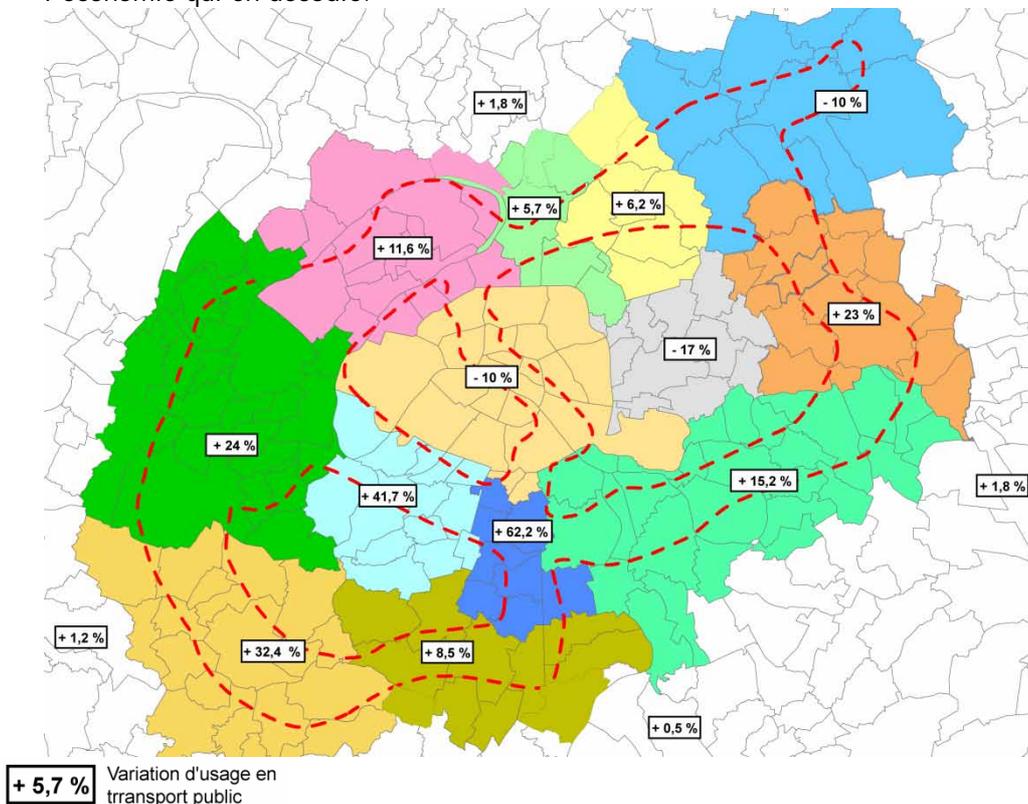


Figure III.1.5-6 : Evolution de la fréquentation des transports publics à l'heure de pointe du matin en 2035 par macrozone suite à la mise en œuvre du projet (Source : SGP)

La carte III.1.5-6 permet d'observer où le réseau de transport public est le plus sollicité. On observe une diminution de la fréquentation (voyageurs x km) dans le centre (Paris et Montreuil) et une augmentation sur toutes les zones du fuseau. Cela confirme bien le rôle du métro automatique dans le soulagement des infrastructures de transport existantes⁷.

Une fois le tracé du futur métro automatique défini, l'analyse de ses impacts sur le réseau existant permettra dans une étude ultérieure de prévoir et d'organiser la restructuration du réseau. En particulier, certaines lignes de bus de banlieue pourraient être réorganisées en lignes de rabattement vers les gares du métro automatique.

Les indicateurs de fréquentation du réseau permettent de calculer le gain de temps par voyageur. Sur l'ensemble de la zone d'étude, à l'heure de pointe du matin, il est de 8 minutes⁸ par utilisateur du métro automatique.

⁷ L'analyse détaillée des impacts du métro automatique sur les autres lignes de transport public est essentielle mais ne rentre pas dans le cadre de cette étude stratégique puisqu'elle est très dépendante des caractéristiques précises du tracé, de la localisation des gares et plus particulièrement des gares de correspondances.

⁸ Ce chiffre résulte de la division de la somme des gains de temps à demande constante par le nombre de voyages sur le métro automatique.

Réseau routier

Le modèle de transport fournit des résultats de simulation de trafic sur le réseau routier. Suite à la mise en œuvre du projet, les voyageurs qui décident de ne plus utiliser leur véhicule particulier au profit des transports publics libèrent de l'espace sur les axes de transport routiers et permettent des gains de vitesse.

Entre 2007 et 2035, on observe que la progression de la fréquentation du réseau routier est en très légère augmentation de 2 % pour les km parcourus et de 6,8 % pour les temps passés sur le réseau. Cela signifie que les vitesses moyennes sont en baisse de 4,2 %. Par contre l'amélioration du réseau porte ses fruits puisque le nombre de km de voie congestionnée est en diminution (-4 %).

L'augmentation de la fréquentation du réseau routier est donc bien inférieure à l'augmentation observée sur le réseau TC. Entre 2005 et 2035, la part modale des TC est en progression comme cela a été montré au chapitre précédent.

Indicateurs de mobilité : Véhicules particuliers

Tous les véhicules heure de pointe du matin	IdF	Distances parcourues (véh. * km)	Temps écoulé (véh. * h)	Vitesse moyenne (km /h)	Congestion (*) (km saturés)
Etat initial		16 495 600	635 973	25,9	2 832
Situation de référence (2035)		16 825 377	679 451	24,8	2 716
Situation de projet (2035)		16 685 264	661 072	25,2	2 659
Evolution 2007 - 2035 (sans projet)		2,0%	6,8%	-4,2%	-4,1%
Evolution en 2035 suite au projet		-0,8%	-2,7%	1,6%	-2,1%

(*) Kilomètres de voirie dont le taux de saturation est supérieur ou égal à 80%

Source : DREIF, résultats des modèles de réseaux routiers de 2007 et 2035 (heure de pointe du matin).

Tableau III.1.5-3 : Bilan de fréquentation du réseau routier en 2005 et 2035, avec et sans projet (Sources : données DREIF)

Entre la situation sans et avec projet, on observe globalement (tableau III.1.7-2) une diminution de 0.8 % des km parcourus (véhicules x km) et une diminution de 2.7 % des heures passées sur le réseau (véhicules x heures) à la pointe du matin en 2035. Cela signifie que la vitesse moyenne s'est améliorée de 2 % et passe de 24,8 km/h à 25,23 km/h en moyenne.

Les cartes ci-dessous illustrent le réseau routier chargé à l'horizon 2035 et les différences de fréquentation (charges) observées suite à la mise en œuvre du projet. Les chiffres sont présentés sur les cartes fournies dans le recueil de cartes.

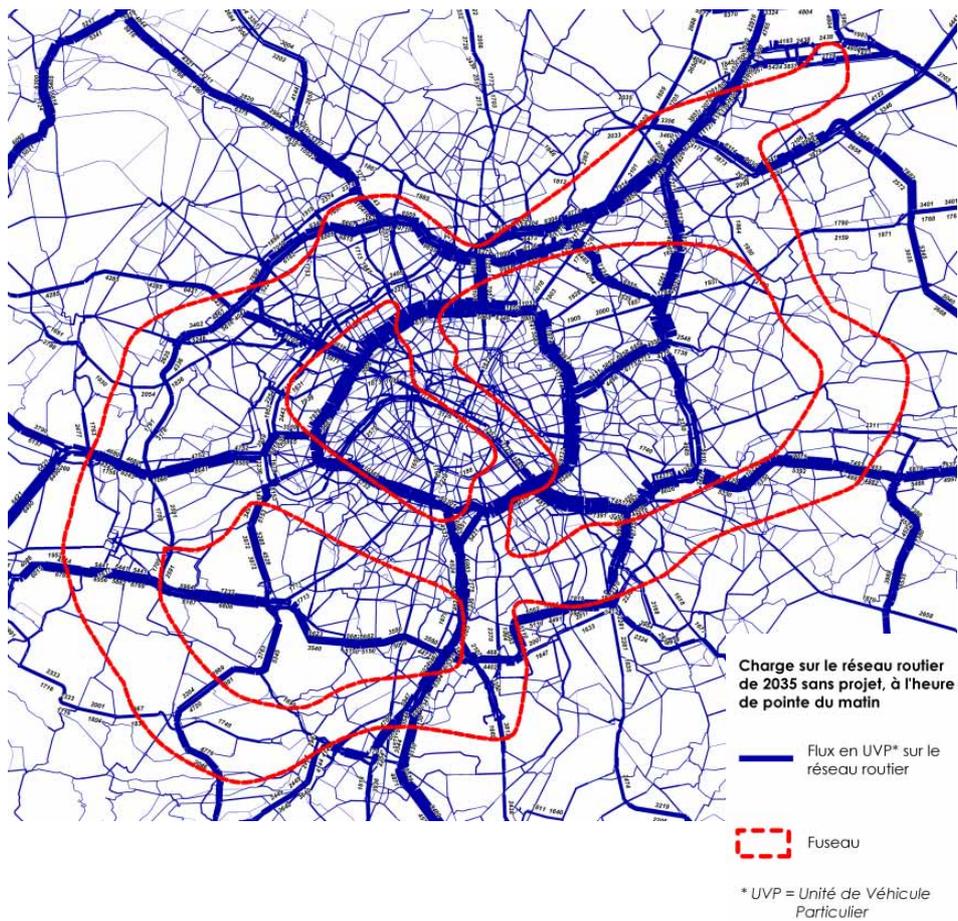


Figure III.1.5-7 : Flux de véhicules sur le réseau routier de 2035, avec projet (Sources : données DREIF, réseau routier de 2035)

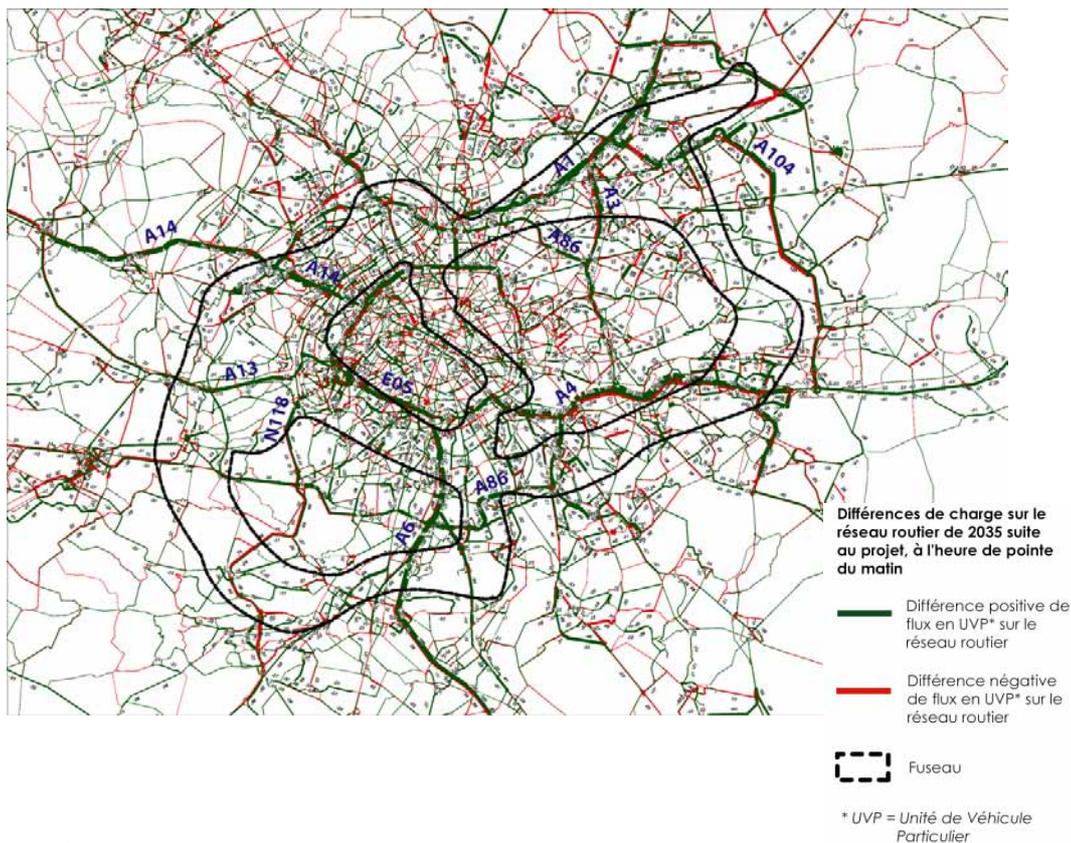


Figure III.1.5-8 : Evolution de la charge sur le réseau routier 2035 à l'heure de pointe du matin suite à la mise en œuvre du projet (Sources : données DREIF, réseau routier de 2035)

On observe principalement des diminutions de charge importantes sur les axes de rocade : le périphérique, l'A86, l'A104 mais plus encore sur les axes principaux de pénétration vers le centre parisien : l'A1, l'A4, l'A6, l'A13, l'A14, l'A15 principalement dans le sens vers ville.

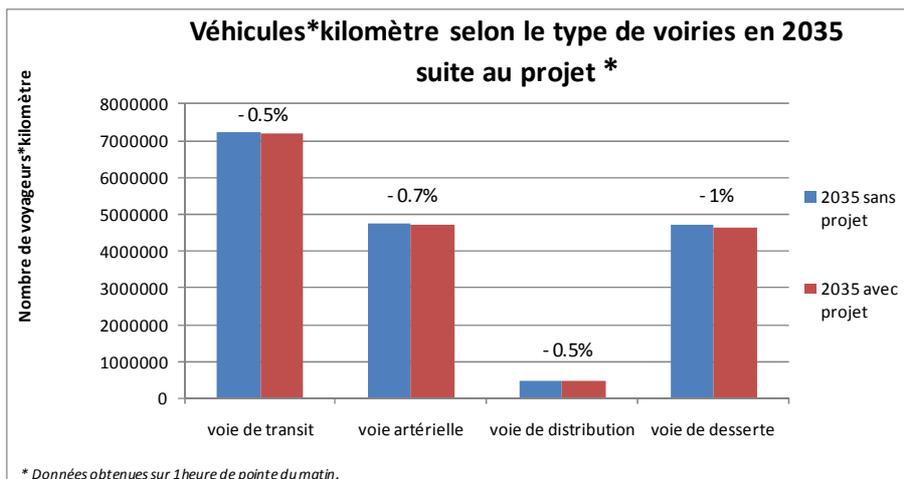


Figure III.1.5-9 : Véhicules x km selon le type de voiries en 2035 suite au projet

Comme l'illustre notamment le graphique ci-dessus, la baisse des véhicules x km en 2035 suite au projet n'est pas identique sur tous les types de voiries, on constate en effet une baisse plus forte sur les voies de desserte (-1 %) alors que les voies de distribution et les voies de transit connaissent une diminution plus modérée. Cette observation se confirme avec l'analyse des véhicules x heure (voir le graphique ci-dessous) qui démontre de nouveau que la baisse la plus forte se fait sur les voies de desserte (-3 %) alors que les voies de distribution sont une fois de plus caractérisées par une diminution moindre de cet indicateur.

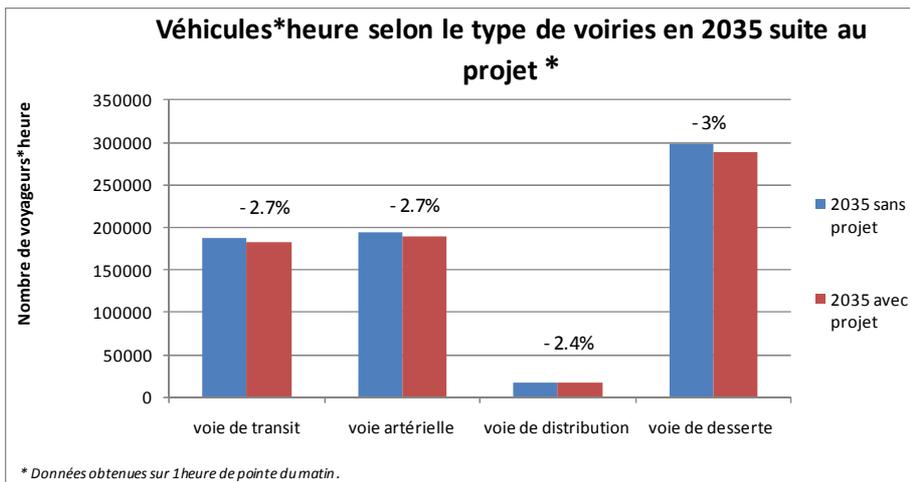
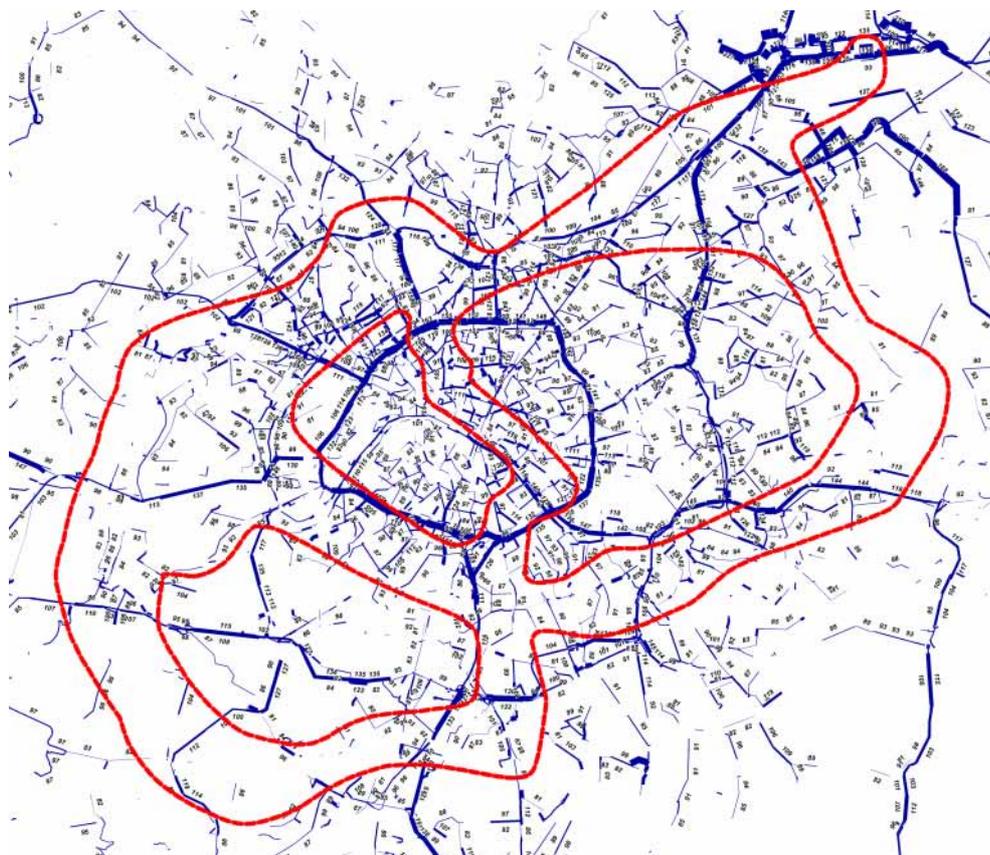


Figure III.1.5-10 : Véhicules x heure selon le type de voiries en 2035 suite au projet

La congestion est également en légère diminution, comme l'illustrent les figures ci-dessous (se référer aux cartes du recueil de cartes pour une meilleure lisibilité). Le projet permet de décongestionner 57 km de voirie soit une diminution de 2.1 % de la congestion (par hypothèse, il y a congestion lorsque le rapport entre le trafic et la capacité est supérieur à 80 %).



Congestion sur le réseau routier de 2035 avec projet, à l'heure de pointe du matin

— Taux de saturation* supérieur à 80%

▭ Fuseau

* Flux d'UVP/Capacité de la route

UVP = Unité de Véhicule Particulier

Figure III.1.5-11 : Congestion sur le réseau routier de 2035, avec projet (Sources : données DREIF, réseau routier de 2035).

III.1.8 Autres impacts

En surface et dans une moindre mesure en aérien et en souterrain, le métro automatique interfère avec les circulations existantes (infrastructures routières, cheminements cyclistes et piétons, infrastructures de transport public).

Lors de la définition plus précise du tracé, et dans le cas d'une insertion en surface il faudra d'autre part s'assurer que les cheminements des cyclistes et des piétons pourront également être assurés.

Les gares elles-mêmes, quelque soit le niveau du tracé, peuvent constituer des obstacles entre les quartiers.

Que le tracé soit en surface ou en souterrain, l'implantation d'une gare aura inévitablement des impacts sur la mobilité dans son périmètre d'influence. L'attractivité de la gare va générer des flux importants de voyageurs qu'il faudra canaliser et organiser. Sur base des estimations de fréquentation du métro automatique, il est possible d'estimer qu'une partie des gares du métro automatique seront fréquentées par largement plus de 10 000 voyageurs à la pointe du matin (l'étude fine des fréquentations des gares ne rentre pas dans le cadre de l'étude stratégique puisque ces dernières ne sont pas encore localisées précisément). Un tel flux peut rapidement poser des problèmes en terme de capacité routière, de capacité des transports publics, de capacité de parking avec toutes les nuisances qui en découle (bruit, pollution, congestion). Une mauvaise accessibilité aura inévitablement un impact négatif sur l'attractivité d'une gare. Il sera donc essentiel d'étudier pour chaque gare, lorsque leur localisation sera décidée, les incidences sur la mobilité et de proposer des solutions d'aménagement adéquates.

Conclusion

La zone d'étude va connaître un développement important d'ici 2035 (+ 1.8 millions d'habitants, + 1.2 millions d'emplois). Cette hypothèse de croissance résulte d'une volonté politique forte qui sera rendue possible par le développement des territoires de projet selon le principe des clusters (les pôles majeurs sont : Clichy-Montfermeil, Descartes, La Défense, Le Bourget, Massy-Orly, Roissy-CDG, Saclay et Versailles, Saint-Denis et Villejuif). Ces clusters ne se développeront que s'ils sont aisément accessibles de tout point (d'Ile-de-France, de France et du monde).

Sur base de cette hypothèse, la demande de transport public va augmenter fortement surtout sur les relations de périphérie à périphérie. Un transport efficace tel que le métro automatique permettra d'absorber cette demande et de générer un report modal non négligeable du mode routier vers les transports publics (+18 000 voyageurs/hpm). En moyenne, le métro automatique fera gagner 8 minutes à chaque utilisateur (le trajet moyen actuel en Ile-de-France étant de 24 minutes), sur les longs déplacements de périphérie à périphérie les gains seront souvent même supérieurs à 30 minutes, ce qui est considérable (avec une hypothèse de vitesse commerciale de 60km/h et 40 gares). Ces gains apparaissent très nettement pour des territoires comme Clichy-Montfermeil et Saclay dont le désenclavement progressif est nécessaire pour leur permettre d'être pleinement intégrés dans la métropole et ainsi d'avoir accès aux pôles d'emplois afin de se développer au même rythme que le reste de l'agglomération.

En 2035, le métro automatique transportera 260 000 voyageurs à la pointe du matin, ce qui correspond à un pic de charge de 30 000 voyageurs/h/sens à comparer avec la capacité prévue du métro automatique qui est de 40 000 voyageurs/h/sens (42 passages/h, 60km/h, 950 places/convoi).

Mais le succès du métro automatique dépendra surtout de la capacité à encourager la densification de la population et des activités autour des gares selon les principes du développement durable. Dans la mesure où cette densification ne se fait pas naturellement ou s'accompagne d'effets négatifs (dédensification possible des pôles existants), il sera donc primordial de mettre en œuvre les mesures complémentaires l'encourageant (mesures réglementaires, fiscales, d'aménagement). Les objectifs de ces mesures seront principalement de favoriser le report modal, de combattre l'étalement urbain tout en protégeant les zones d'habitats denses des nuisances du trafic routier, elles auront également comme vocation de réduire les inégalités sociales et territoriales et d'assurer la mobilité de tous les Franciliens.

III.1.9 Mesures d'accompagnement

Les objectifs d'occupation du sol pris comme hypothèse sont ambitieux et ne pourront être atteints que grâce à une politique volontariste à la fois de soutien au développement économique, d'organisation du territoire et des transports. La création seule d'une infrastructure de transport est un levier d'aménagement nécessaire et structurant, mais non suffisant. C'est la conjonction des mesures dans tous les domaines du développement qui permettra d'atteindre les objectifs souhaités.

En ce qui concerne les domaines de l'aménagement du territoire et de la mobilité, il sera souhaitable de développer tout ce qui est susceptible de renforcer le report modal vers les transports publics et la densification structurée et durable de l'habitat et des activités à proximité des stations. Notons que la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 apporte, grâce au dispositif des contrats de développement territorial, un premier outil déterminant.

Les objectifs corollaires du métro automatique

Objectif n°1 : Favoriser le transfert modal de la voiture vers les transports en commun

Pourquoi est-ce important ?

Les déplacements de périphérie à périphérie, en constante augmentation depuis ces trente dernières années (+51% entre 1976 et 2001⁹), représentent aujourd'hui l'essentiel des déplacements quotidiens d'Île-de-France. Pourtant, la configuration essentiellement radiale du réseau TC actuel répond mal aux besoins de ces voyageurs qui sont souvent contraints d'effectuer un détour plus long par la capitale. En petite et grande couronne, c'est donc l'accessibilité routière qui a tendance à structurer l'occupation de l'espace.

Rappel des objectifs mondiaux, nationaux et régionaux en matière de réduction de la part modale automobile

La loi Solidarité et Renouvellement Urbains (SRU, 2000) a imposé la nécessité de mieux articuler politique d'aménagement et politique de transport afin de réduire les distances de déplacement et favoriser ainsi l'utilisation des modes plus respectueux de l'environnement.

A l'échelle régionale, le Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDRIF, adopté par le Conseil régional en septembre 2008) vise la réduction de la dépendance vis-à-vis de l'automobile, tant pour le transport de marchandises que pour les déplacements individuels. Il prône une « mobilité moins centrée sur l'automobile ». Pour cela, il promeut notamment un développement du territoire appuyé sur l'armature du réseau de transports collectifs.

Le Plan de Déplacement Urbain d'Île-de-France (PDUIF, 2000) vise, quant à lui :

- une diminution de 3% du trafic automobile ;

⁹ Enquête Globale de Transport

- une limitation à 85% de la part de la voiture particulière dans la grande couronne ;
- une augmentation de 2% de l'usage des transports en commun.

Incidences et perspectives

L'évaluation des impacts du RER de Bruxelles à l'horizon 2015¹⁰ a mis en évidence, par une simulation avec un modèle occupation du sol/transport, que l'implantation du réseau RER créerait un report modal massif vers le TC à court terme (+8.8 points de part de marché). Toutefois, à plus long terme, il augmenterait le taux moyen de véhicules*km (+3.0% par rapport à la situation sans projet) à cause du désengorgement du réseau routier, en faveur de l'utilisation du véhicule particulier.

Le métro automatique, en complétant le maillage du réseau, a vocation à augmenter l'usage des transports en commun en périphérie pour les déplacements actuels et ceux qui seront générés par les développements futurs, tout en soulageant l'engorgement des lignes du centre. Toutefois, pour s'assurer d'un report modal effectif, l'augmentation de l'offre TC doit être accompagnée de mesures qui augmentent encore l'attractivité de ce mode de transport en tant qu'alternative au véhicule particulier à long terme.

Objectif n°2 : Maîtriser l'étalement urbain

Pourquoi est-ce important ?

L'étalement urbain, bien qu'étant un phénomène sociétal, peut avoir des conséquences multiples s'il est excessif. Celles-ci sont aujourd'hui perceptibles et touchent notamment :

- le transport : allongement des déplacements, augmentation de la dépendance au véhicule particulier, augmentation de la congestion sur le réseau routier ;
- l'environnement : augmentation des surfaces artificielles, augmentation de la consommation de carburant, augmentation de la pollution de l'air et des nuisances sonores ;
- l'aspect social et économique : accentuation de la fracture urbaine et des ségrégations sociales ;
- etc.

Rappel des objectifs mondiaux, nationaux et régionaux en matière de limitation de l'étalement urbain

Le SDRIF¹¹ met en avant le concept de ville dense et compacte. Il accorde une importance non négligeable à l'intégration des logiques de localisation du développement urbain et de répartition des densités avec celles d'un développement hiérarchisé des réseaux de transports.

Incidences et perspectives

L'étude européenne ESTEEM a mis en évidence, par une simulation avec un

¹⁰ ESTEEM : European Scenarios on Transport - Energy Environment for Metropolitan areas, 1996-1998.

¹¹ Schéma directeur de la région Ile-de-France, adopté par délibération du Conseil régional le 25 septembre 2008

modèle occupation du sol/transport, que l'amélioration de l'accessibilité due à l'arrivée du RER à Bruxelles accentuerait à long terme l'étalement urbain par le départ de 4,8% des ménages vers la périphérie.

La vitesse de déplacement accrue rendue possible par l'implantation du nouveau réseau de métro automatique aura un effet important de raccourcissement des distances-temps entre points de connexion des transports en commun. De plus, le report modal vers les transports publics libère de la capacité sur les réseaux routiers, ce qui améliore également globalement l'accessibilité. Pour conserver les bénéfices du métro automatique dans le long terme, il est donc nécessaire d'appliquer des mesures visant à contre-balancer tout effet d'accélération de l'étalement urbain ; tel est notamment l'objet des contrats de développement territorial qui seront un outil déterminant pour permettre l'aménagement concerté entre l'Etat et les collectivités au niveau des pôles de développement du Grand Paris.

Objectif n°3 : Protéger les zones d'habitats denses des nuisances du trafic routier

Pourquoi est-ce important ?

En France, en 2004, la part du secteur des transports dans les émissions de gaz à effet de serre était d'un tiers soit environ 150 millions de tonnes équivalent CO₂¹². La moitié des émissions de CO₂ liées aux transports dans l'Union Européenne sont produites par des véhicules particuliers¹³.

Les concentrations de certains polluants émis en proportion importante par le trafic routier (oxydes d'azote, PM10 notamment) dépassent régulièrement les objectifs de qualité préconisés.

Le trafic routier contribue également en grande partie aux émissions sonores en Île-de-France : selon les cartes de l'IAURIF (2004), 360 000 habitants de la petite couronne seraient soumis à des niveaux sonores causés par la route supérieurs à 70 dB(A) en journée. A ce niveau de bruit, l'impact sur la qualité de vie et la santé est considéré comme critique.

Rappel des objectifs mondiaux, nationaux et régionaux en matière de nuisances environnementales

Au niveau national, le Grenelle de l'environnement de 2007 a validé l'objectif de diminution par 4 des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050. La première étape de cette trajectoire consiste à ramener d'ici 2020 les émissions de GES du secteur des transports à leur niveau de 1990. D'autre part, des normes de qualité de l'air à ne pas dépasser ont été établies pour la plupart des polluants afin de faciliter les comparaisons et tenir compte de leur dangerosité. Ces normes sont constituées de deux seuils : un « objectif de qualité » en-dessous duquel l'air est qualifié de bonne qualité (norme française), et une « valeur limite » en-dessous de laquelle la santé humaine n'est pas mise en danger (norme européenne). Les « valeurs limites », dont le seuil diminue chaque année, font office d'objectif annuel à respecter par les états membres. Des « valeurs cibles » ont également

¹² http://ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/Dossier_de_presse_charte_CO2_cle5b5376-1.pdf

¹³ http://europa.eu/legislation_summaries/other/l28049_fr.htm

été introduites récemment dans la réglementation française. Celles-ci n'ont pas de portée réglementaire mais constituent des objectifs chiffrés à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée afin de prévenir tous effets nocifs sur l'environnement ou la santé humaine.

Depuis la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE, 1996), les objectifs régionaux en matière de réduction de la pollution atmosphérique sont déclinés dans le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA) ainsi que le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) qui doit être compatible avec lui.

Concernant les émissions sonores du trafic routier, le Code de la construction et de l'habitation, le Code de l'urbanisme et le Code de l'environnement (dans ses articles L 571-1 et suivants) encouragent toute mesure permettant de réduire le trafic automobile dans les zones les plus densément urbanisées.

Incidences et perspectives

La réduction du bruit et des émissions des gaz à effet de serre, ainsi que l'amélioration de la qualité de l'air sont trois enjeux majeurs pour la santé et la qualité de vie des franciliens. La France doit répondre à des engagements ambitieux en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020. D'ici là, les véhicules connaîtront des progrès techniques importants mais peut-être pas suffisants pour les atteindre. Les mesures de réduction mises en œuvre auront d'autant plus d'effet qu'elles s'attaqueront aux sources (et combinaison de sources) d'émissions les plus intenses (la route le plus souvent) là où la densité de l'occupation du sol est la plus élevée.

Objectif n°4 : Réduire les inégalités sociales et territoriales et assurer la mobilité de tous les Franciliens

Pourquoi est-ce important ?

La région Île-de-France souffre de fortes disparités sociales : une personne sur dix vit en dessous du seuil de pauvreté et 12% des franciliens vivent en Zone Urbaine Sensible¹⁴. Ces populations sont généralement moins motorisées que la moyenne et nécessitent souvent des besoins en déplacement différents : périodes de déplacement décalées, destinations excentrées et mal desservies actuellement en transport collectif, etc. De plus, hormis les ménages parisiens, ce sont au total 21% des ménages franciliens qui ne sont pas motorisés¹⁵ et possèdent des besoins forts en offre de transport collectif. Concernant les ménages motorisés, ce sont ceux habitant en zone rurale ou périurbaine, où il y a peu d'alternative au véhicule particulier, qui seront le plus touchés par la hausse prévue des prix du carburant¹⁶. Par ailleurs, la part de la population rencontrant des difficultés à se déplacer (personnes handicapées, personnes âgées) est estimée entre 30 et 40 %¹⁷.

Les Franciliens sont encore loin d'être égaux face aux conditions d'accès à la

¹⁴ Diagnostic et orientations pour le nouveau Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France, STIF, Août 2009

¹⁵ Enquête Globale des Transports 2001

¹⁶ Diagnostic et orientations pour le nouveau Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France, STIF, Août 2009

¹⁷ Enquête Globale des Transports 2001

mobilité. « Ainsi, des territoires denses ou à fort potentiel de développement urbain ne bénéficient pas encore d'une desserte suffisante : c'est en particulier le cas de certains secteurs de petite couronne. Pour les territoires moins denses, la question de la lisibilité des services est essentielle, notamment en dehors des périodes de pointe afin de maintenir une bonne attractivité des services ». Quant aux quartiers très sensibles, leur localisation à l'écart des réseaux de transports collectifs lourds accroît leur enclavement.

L'amélioration de la desserte des transports en commun dans les territoires périurbains permettrait donc d'apporter une réponse à cette demande croissante de mobilité.

Rappel des objectifs mondiaux, nationaux et régionaux

Le droit à la mobilité pour tous est inscrit dans la Loi d'orientation des transports intérieurs (LOTI, 1982). A l'échelle régionale, le projet de SDRIF indique notamment qu'il est nécessaire de « réduire les inégalités sociales et territoriales par le développement des réseaux, transports collectifs et modes doux, mais aussi par l'amélioration de la qualité de l'offre » ainsi que « préserver, dans un souci de compétitivité, les accessibilités à l'échelle métropolitaine ».

Concernant les personnes à mobilité réduite¹⁸ (PMR), la loi du 11 février 2005 pour « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées » rend obligatoire la mise en accessibilité aux PMR de l'ensemble des éléments de la chaîne de déplacement (systèmes de transport et leur intermodalité, cadre bâti, aménagement des espaces publics). C'est pourquoi le PDUIF comporte une annexe particulière concernant l'accessibilité des PMR. Le PDU est également l'autorité compétente en Île-de-France pour l'élaboration du Schéma Directeur d'Accessibilité (SDA) des services des transports collectifs. Celui-ci vise notamment un engagement en faveur de l'accessibilité de 95% du trafic ferroviaire francilien (train, RER).

Par ailleurs, le système de « Tarification Solidarité Transport en Île-de-France » a été mis en place par le STIF et le Conseil régional d'Île-de-France. Celle-ci permet aux personnes en situation de précarité de se déplacer, en bénéficiant d'importantes réductions, voire de la gratuité sur les lignes régulières du réseau francilien.

Incidences et perspectives

Le métro automatique, en complétant le maillage du réseau actuel, permettra de répondre à l'évolution géographique des besoins en déplacement en périphérie. En ce sens, il s'agira de viser une meilleure équité territoriale en termes de mobilité pour permettre à la fois de favoriser la cohésion sociale et l'attractivité des territoires d'Île-de-France. Le projet de métro automatique du Grand Paris est notamment le seul projet de transport à prendre en considération le désenclavement de certaines parties du territoire francilien comme le nord-est.

Par ailleurs, le métro automatique sera également l'occasion d'adapter l'offre TC aux nouveaux rythmes de vie des franciliens : nouveaux modes d'organisation du travail, évolution des motifs de déplacement, déplacements en dehors des périodes de pointe, etc.

¹⁸ Au sens de la loi, les PMR sont les personnes souffrant de déficiences, temporaires ou permanentes, pouvant être sources de difficultés dans les déplacements.

III.2 Air, énergie et climat

L'objet de ce chapitre est d'évaluer les impacts du projet de métro automatique sur les émissions de polluants (oxyde d'azote (NOx), dioxyde de carbone (CO₂) et particules fines (PM)) et la consommation d'énergie. L'effet majeur pressenti est l'impact induit sur la circulation automobile. Cet impact induit a été estimé à l'aide du modèle de transport décrit dans le chapitre mobilité (III.1). Il ne s'agit pas d'un recensement exhaustif des émissions de type bilan mais bien d'une évaluation des émissions des tronçons routiers les plus fréquentés (le modèle ne prend pas en compte les voiries locales). Ces émissions sont calculées et cartographiées pour l'horizon 2035 avec et sans projet. Le parc, les profils d'émission, les réseaux routiers et TC (autre que le métro automatique) sont constants pour les deux scénarios (voir le chapitre III.1 « Mobilité » pour une description détaillée). D'autre part, les émissions et consommations directes du métro automatique font l'objet d'une évaluation qualitative.

III.2.1 Méthodologie

L'objectif de cette analyse est d'évaluer pour une situation 2035 avec et sans projet :

- le bilan annuel des émissions de polluants atmosphériques associées au trafic routier modélisé, à savoir le NOx, le CO₂ et les PM ;
- la consommation énergétique annuelle du trafic routier.

Les hypothèses concernant les réseaux et la demande de transport sont les mêmes que celles décrites dans le chapitre III.1 (« Mobilité »). Les données de fréquentation issues des modèles doivent cependant être détaillées selon la constitution du parc automobile francilien. Les hypothèses prises pour estimer l'évolution du parc d'ici 2035 sont présentées au point suivant.

Constitution du parc automobile francilien

Il s'agit de définir, pour la situation actuelle et à l'horizon 2035, la répartition des véhicules en circulation en termes de catégorie (Véhicules Particuliers (VP), Poids Lourds (PL),...), de cylindrée, de carburant, de classe technologique¹⁹, de poids et de kilométrage moyen annuel par type de voirie pour les deux scénarios. On parle ainsi de parc automobile roulant. L'unité utilisée est le véhicule x kilomètre.

Les principaux documents référents en matière de définition et de projection du

¹⁹ Ensemble de véhicules homogènes au regard de leurs émissions, c'est-à-dire soumis aux émissions limites réglementaires normalisées en vigueur à leur date de mise en circulation. La norme Euro actuellement en vigueur porte notamment sur des restrictions d'émissions de NOx, de CO et de PM.

parc automobile sont issus de l'INRETS²⁰ et d'Irisbus (pour les données de bus urbains) (voir la bibliographie). La méthode employée par l'INRETS consiste en un travail prospectif basé sur les données nationales d'immatriculation des véhicules ainsi que sur des lois de survie permettant d'apprécier le rythme de mise à la casse d'une classe d'âge de véhicules en fonction du temps. Ces extrapolations ont permis de modéliser le parc automobile français entre 1970 et 2025 et de mettre en évidence ses évolutions technologiques. On entend ici par évolutions technologiques les efforts réalisés par les constructeurs sur les véhicules conventionnels (essence ou diesel) pour respecter les normes antipollution toujours plus exigeantes. Il ne s'agit pas de ruptures technologiques s'appuyant sur des énergies nouvelles.

La présente méthodologie s'appuie largement sur ces travaux. Elle comporte néanmoins des adaptations afin de pouvoir appliquer ce parc roulant à l'échéance 2035. Les principales hypothèses apportées pour la constitution du parc roulant 2035 sont les suivantes :

- la répartition en sous-catégories (carburant, cylindrée, poids) n'évolue pas entre 2025 et 2035 ;
- la répartition par classe technologique, elle, évolue. En 2035, elle suit les tendances observées en 2025. Les classes en décroissance sont modélisées à l'aide d'une fonction de type exponentielle décroissante. Les classes croissantes héritent de la différence. Concernant les bus, les autocars et les deux-roues, les projections effectuées par l'INRETS n'incluant pas les normes récentes (par exemple Euro 3 pour les deux-roues), l'hypothèse a été faite que d'ici 2035 la tendance se porterait vers les normes Euro 5/6 (bus, autocars) et Euro 2/3 (deux-roues).

Concernant les tendances d'évolution technologique des véhicules, les hypothèses méthodologiques s'inspirent d'études européennes en la matière (voir la bibliographie). Les hypothèses sous-jacentes fortes sont les suivantes :

★ **Véhicules hybrides**

- les véhicules hybrides ne font pas l'objet d'une catégorie à part entière dans la structure du parc roulant mais ils sont intégrés à la catégorie de norme correspondant à Euro 6 principalement ;
- l'introduction des véhicules hybrides essence débute par hypothèse en 2010, celle des diesel en 2015 ;
- en 2035, la part des véhicules hybrides dans les Véhicules Particuliers (VP) mis en circulation sera de 11% (essence et diesel confondus) ;
- la gamme de véhicules hybrides la plus répandue sera de type « full hybrid » ;
- la technologie hybride future sera plus efficace que les performances actuelles : aujourd'hui, la transmission électrique de la Toyota Prius fournit 30% de l'énergie totale du véhicule alors qu'on peut estimer que 70% de cette énergie totale proviendra de la transmission électrique en 2035.

²⁰ Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, France.

★ **Véhicules gaz et hydrogènes**

En 2035, la part de marché de ces véhicules sera encore très faible. Elle a été négligée.

★ **Biocarburants**

En 2035, il est fait l'hypothèse conservatrice que les biocarburants « purs » auront un impact mineur dans le total des carburants consommés par le secteur des transports (part 2035 très en-deçà de celle préconisée par la directive européenne 2003/30/EC pour 2010²¹). Parmi cette faible part, le biodiesel représentera 75% en 2035. La part des biocarburants comme un élément mélangé à l'essence et au diesel est projetée respectivement à 5.5% de l'essence consommée et 5.54% du diesel consommé.

★ **GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié)**

Les véhicules fonctionnant au GPL n'ont pas été recensés en tant que tels dans l'évaluation du parc routier. Ce carburant a été négligé dans la réalisation de l'inventaire français de l'INRETS, de même que les véhicules électriques. Les VUL et VP électriques ou fonctionnant au GPL restent donc intégrés aux véhicules à essence lors des calculs ;

²¹ EU Directive on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport : JO L/123, Directive 2003/30/EC : <http://www.ebb-eu.org/legis/JO%20promotion%20EN.pdf>. Valeur cible nationale conseillée aux membres de l'UE en 2005 : 2% du total des carburants - Valeur cible 2010 : 5,75%

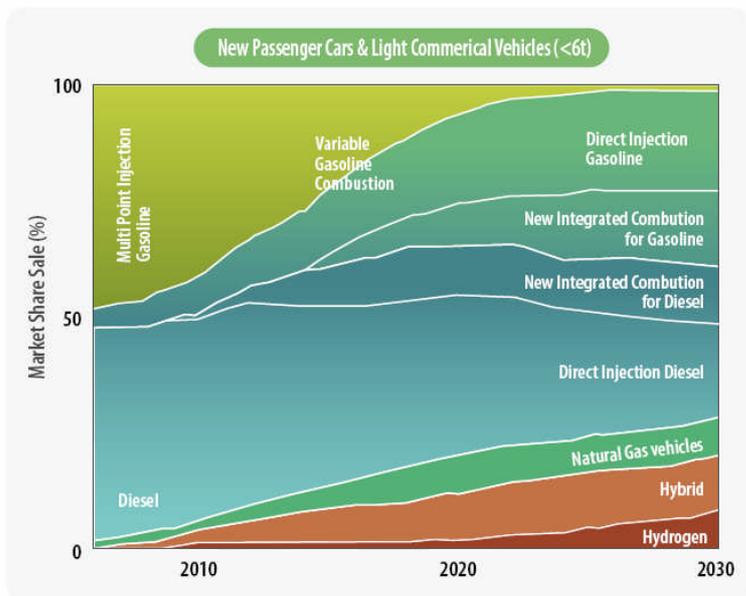


Figure III.2-1 : Evolution de la part de marché des différentes technologies de VP et VUL en Europe (Source : Biofuels for use in road transport, <http://www.biofuelstp.eu/vehicles.html>)

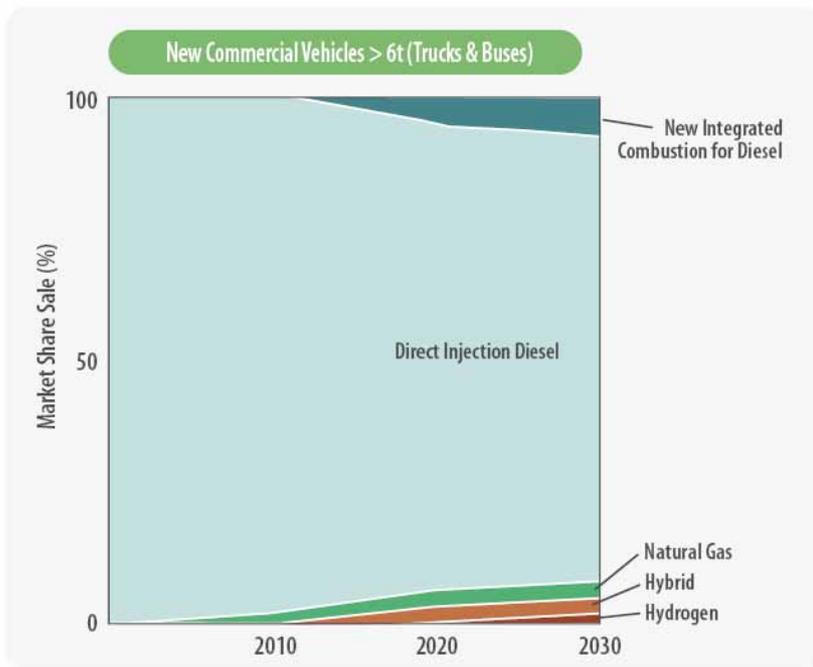


Figure III.2-2 : Evolution de la part de marché des différentes technologies de PL en Europe (Source : Biofuels for use in road transport, <http://www.biofuelstp.eu/vehicles.html>)

A titre d'exemple de résultats obtenus, la figure III.2-3 présente l'évolution 2005-2035 de la répartition des Véhicules Particuliers (VP) selon la classe technologique.

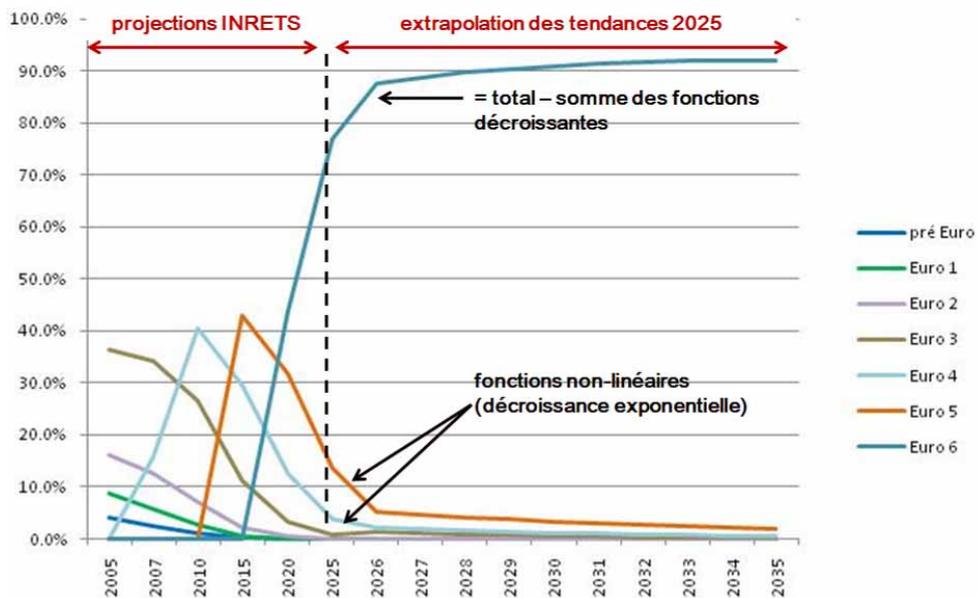


Figure III.2-3 : Evolution du parc roulant VP selon la classe technologique entre 2005 et 2035 (Source : projections des données INRETS)

Le parc automobile roulant francilien obtenu est structuré comme suit. Cette décomposition est issue de la méthodologie COPERT IV détaillée dans la partie suivante.

Vehicle Type	Class	Legislation
Light Duty Vehicles	Gasoline <3.5t	Conventional Euro 1 - 93/59/EEC Euro 2 - 96/69/EC Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000 Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005 Euro 5 – EC 715/2007 Euro 6 – EC 715/2007
	Diesel <3.5t	Conventional Euro 1 - 93/59/EEC Euro 2 - 96/69/EC Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000 Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005 Euro 5 – EC 715/2007 Euro 6 – EC 715/2007
Heavy Duty Vehicles	Gasoline >3.5t	Conventional
	Rigid <=7.5t	Conventional Euro I - 91/542/EEC Stage I Euro II - 91/542/EEC Stage II Euro III - 1999/96/EC Stage I Euro IV – 1999/96/EC Stage II Euro V – 1999/96/EC Stage III Euro VI – No proposal yet
	Rigid 7.5-12t	
	Rigid 12-14t	
	Rigid 14-20t	
	Rigid 20-26t	
	Rigid 26-28t	
	Rigid 28-32t	
	Rigid >32t	
	Articulated 14-20t	
	Articulated 20-28t	
	Articulated 28-34t	
	Articulated 34-40t	
	Articulated 40-50t	
Articulated 50-60t		
Buses	Urban <=15t	Conventional Euro I - 91/542/EEC Stage I Euro II - 91/542/EEC Stage II Euro III - 1999/96/EC Stage I Euro IV – 1999/96/EC Stage II Euro V – 1999/96/EC Stage III Euro VI – No proposal yet
	Urban 15-18t	
	Urban >18t	
	Coaches standard <=18t	
	Coaches articulated >18t	
	CNG	
Euro II – 91/542/EEC Stage II		
Euro III – 1999/96/EC Stage I		
EEV – 1999/96/EC		

Vehicle Type	Class	Legislation
Passenger Cars	Gasoline <1.4l 1.4 - 2.0l >2.0l	PRE ECE ECE 15/00-01 ECE 15/02 ECE 15/03 ECE 15/04 Improved Conventional Open Loop Euro 1 - 91/441/EEC Euro 2 - 94/12/EC Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000 Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005 Euro 5 - EC 715/2007 Euro 6 - EC 715/2007
		Conventional Euro 1 - 91/441/EEC Euro 2 - 94/12/EC Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000 Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005 Euro 5 - EC 715/2007 Euro 6 - EC 715/2007
		Conventional Euro 1 - 91/441/EEC Euro 2 - 94/12/EC Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000 Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005
		2 Stroke Conventional
		Hybrids <1.6l Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005
Mopeds	<50cm ³	Conventional 97/24/EC Stage I – Euro 1 97/24/EC Stage II – Euro 2 Euro 3 proposal
		Conventional 97/24/EC – Euro 1 2002/51/EC Stage I – Euro 2 2002/51/EC Stage II – Euro 3
Motorcycles	2 Stroke >50cm ³	Conventional 97/24/EC – Euro 1
	4 stroke 50 - 250cm ³	2002/51/EC Stage I – Euro 2
	4 stroke 250 - 750cm ³	2002/51/EC Stage II – Euro 3
	4 stroke >750cm ³	

Figure III.2-4 : Catégories de véhicules prises en compte dans COPERT IV (Source : logiciel COPERT IV)

Passenger cars : véhicules particuliers (VP).

Gasoline : carburation essence, Diesel : carburation diesel, LPG : carburation GPL.

Pre ECE/Conventional : véhicules antérieurs aux premières normes d'émission.

ECE 1500 à 1504 : normes successives des années 1970 au début des années 1990.

Improved Conventional/Open Loop : technologies non appliquées en France.

Euro 1 à Euro 6 : normes successives de 1993 (Euro 1) à 2015 (Euro 6).

Le modèle COPERT IV

COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) est une méthodologie européenne permettant le calcul des émissions de polluants du transport routier. Cette méthodologie a été élaborée dans le but d'aider les experts à estimer la pollution causée par le trafic routier dans les inventaires d'émissions nationaux. Développée à la base pour réaliser des inventaires annuels à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT peut, dans certaines limites, être

appliquée à des résolutions spatio-temporelles beaucoup plus fines et permettre ainsi d'effectuer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier.

Ce programme est fondé sur une base de données de facteurs d'émission routiers, permettant de convertir des informations relatives au trafic routier en émissions de polluants.

Le principe méthodologique général du calcul des émissions de polluants repose sur l'équation de base suivante :

$$E = A \times FE$$

où

E est l'émission de polluant, exprimée en masse,

A représente l'activité des véhicules (distance parcourue par chaque catégorie de véhicule, exprimée en véhicules.kilomètres),

FE est un facteur d'émission unitaire (g/km).

Les émissions totales du trafic routier se calculent en pondérant les émissions unitaires de chaque classe de véhicule par la part de cette classe dans le trafic considéré. Cette formule permet de tenir compte des variations d'activité dans l'espace et au cours du temps, élément essentiel pour l'étude de scénarios d'émissions.

Le facteur d'émission unitaire d'un véhicule spécifique, exprimé en grammes par kilomètre, définit la quantité de polluants émis par ce véhicule sur une distance d'un kilomètre à une vitesse donnée. Un facteur d'émission est associé à chaque polluant et pour chaque catégorie de véhicule. Il est fonction du type de véhicules (Véhicules Particuliers, Véhicules Utilitaires Légers, Poids Lourds, Bus et autocars, Deux roues), de sa cylindrée (ou de son Poids Total Autorisé en Charge pour les poids lourds, bus et autocars), de son mode de carburation (essence, diesel) et de sa date de mise en circulation (afin de prendre en compte les normes d'émission, en particulier les normes Euro, et son âge). Il est par ailleurs fonction de la vitesse moyenne du véhicule considéré et du poids du véhicule (Charge des poids lourds).

Le modèle COPERT IV permet de calculer plusieurs types d'émissions :

- les émissions de polluants à chaud : émissions produites lorsque les organes du véhicule (moteur, catalyseur) ont atteint leur température de fonctionnement stable. Ces émissions dépendent directement de la vitesse du véhicule.
- les émissions de polluants à froid : émissions produites juste après le démarrage du véhicule lorsque les organes du véhicule sont encore froids et ne fonctionnent donc pas de manière optimale. COPERT IV estime ces surémissions pour les véhicules légers uniquement. Ces surémissions dépendent de la fraction de déplacement parcourue à froid (facteur β), fonction de la longueur moyenne de trajet parcouru et de la température ambiante.
- les surémissions liées à la pente et à la charge pour les poids lourds.

Il intègre également :

- les corrections liées aux améliorations des carburants.
- les pertes par évaporation pour les véhicules fonctionnant à l'essence. Ces pertes représentent une source importante d'émissions de composés organiques volatils (COV). Elles dépendent essentiellement de la température et de la volatilité de l'essence (RVP : Reid Vapor Pressure). On distingue trois causes d'émissions de COV par évaporation :
 - les « *diurnal losses* » : pertes par évaporation durant le stationnement du véhicule, causées par des variations de température ambiante.
 - les « *running losses* » : pertes par évaporation lorsque le véhicule circule.
 - les « *hot soaks* » : pertes par évaporation ayant lieu immédiatement après l'arrêt du moteur.
- Les émissions hors échappement : particules fines produites notamment par l'usure des pneumatiques, des freins, des pièces mécaniques du véhicule et du revêtement de la chaussée.

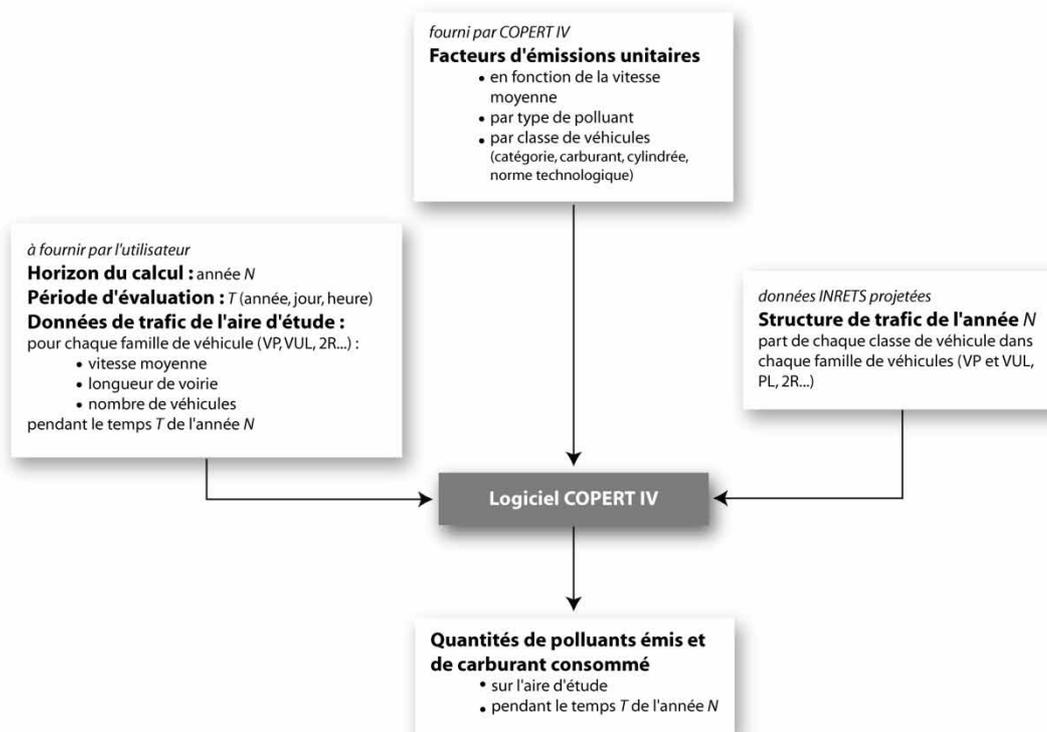


Figure III.2-5 : Méthodologie d'évaluation de la consommation de carburant et des émissions de polluants mise en œuvre dans le logiciel COPERT IV (Source : logiciel COPERT IV).

Emissions unitaires de polluants atmosphériques

Les émissions unitaires de polluants atmosphériques représentent la quantité de polluants émise, par un véhicule moyen du parc en circulation, sur une distance d'un kilomètre. Pour obtenir les émissions unitaires d'un véhicule moyen, les émissions unitaires propres à chaque catégorie de véhicule (véhicules particuliers essence et diesel, camionnettes essence et diesel, camions rigides et articulés) doivent être pondérées par la part de cette catégorie dans le parc roulant. A partir de la méthodologie COPERT IV, il est possible d'établir des courbes d'émissions de polluants en fonction de la vitesse de circulation des véhicules.

★ Emissions de NOx

Le secteur du transport routier est le premier émetteur de NOx en France. Celui-ci représente 54 % des émissions en 2007.

La figure III.2-6 présente les émissions unitaires (g/km) de NOx en fonction de la vitesse, émises par un véhicule léger moyen, selon quatre parcs roulants français (données INRETS²² : 2007, 2015, 2020 et 2025).

Les émissions sont maximales pour les basses vitesses et les hautes vitesses et minimales pour une vitesse de l'ordre de 70 km/h. Les émissions de NOx sont approximativement 2 fois plus faibles à 70 km/h qu'à 130 km/h. Les progrès technologiques, et plus précisément la propagation des pots catalytiques, sont clairement visibles : on constate que les émissions du parc roulant futur baissent significativement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de 2007 et donc que la part des véhicules aux normes de pollution récentes s'accroît.

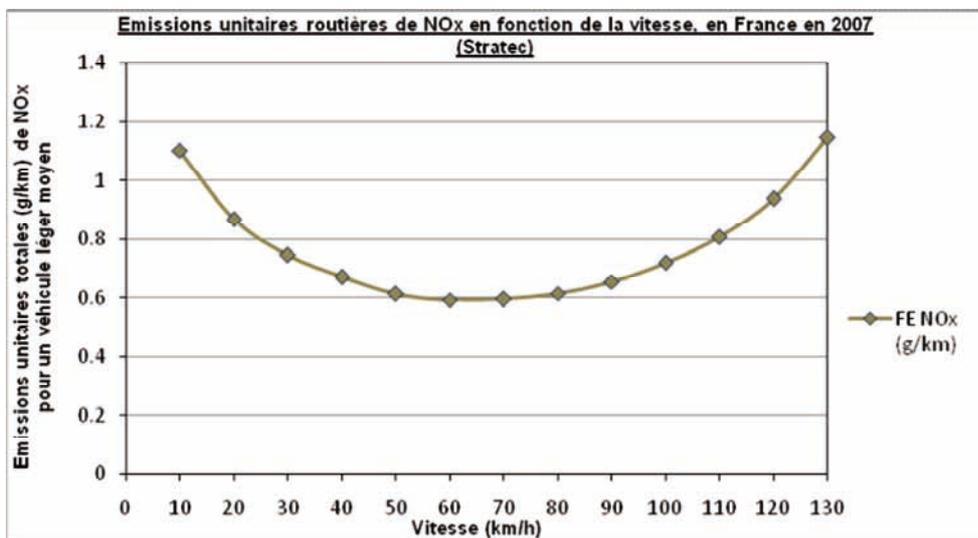


Figure III.2-6 : Emissions unitaires totales de NOx (g/km) en fonction de la vitesse, pour un véhicule léger moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).

En ce qui concerne les poids-lourds, du fait de leur inertie, les émissions unitaires de polluants sont maximales pour les basses vitesses et diminuent

²² Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, parc roulant français de 2007.

lorsque la vitesse augmente. Les émissions sont évidemment largement supérieures à celles des véhicules légers. L'effet des progrès technologiques au sein du parc roulant apparaît de la même manière que pour les véhicules légers (figure III.2-7).

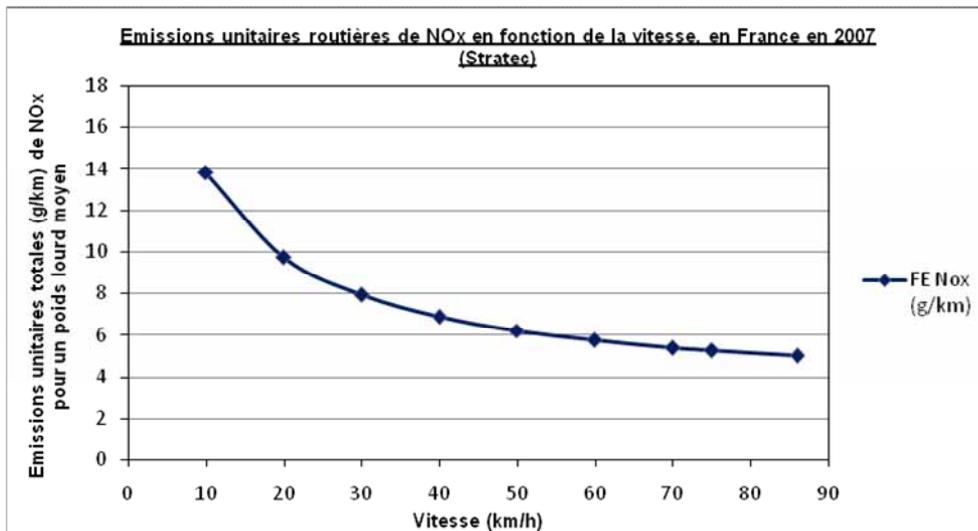


Figure III.2-7 : Emissions unitaires totales de NOx (g/km) en fonction de la vitesse, pour un poids lourd moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).

★ Emissions de particules fines (PM)

En 2007, le trafic routier était responsable de 28 % des émissions franciliennes de particules fines. La quasi-totalité des émissions de PM à l'échappement est imputable aux véhicules diesel²³. L'usure des routes, des pneus et des plaquettes de freins est responsable de 25 % des émissions routières de PM10 en Ile-de-France²⁴.

La figure III.2-8 représente les émissions unitaires (ou « facteurs agrégés », g/km) de PM en fonction de la vitesse, émises par un véhicule léger moyen en 2007, 2015, 2020 et 2025. La forme de la courbe ressemble à celle des NOx avec néanmoins une influence plus prononcée des hautes vitesses. L'effet du parc roulant est également visible, suite à la généralisation des filtres à particules dans les années à venir.

²³ Note d'information du Setra - Série Economie Environnement Conception n°92, « Emissions routières de polluants atmosphériques : Courbes et facteurs d'influence, Setra, CETE Lyon, CETE Normandie-Centre, novembre 2009.

²⁴ AIRPARIF - Surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France : Bilan des émissions 2005 de polluants atmosphériques en Ile-de-France, Paris, 2005.

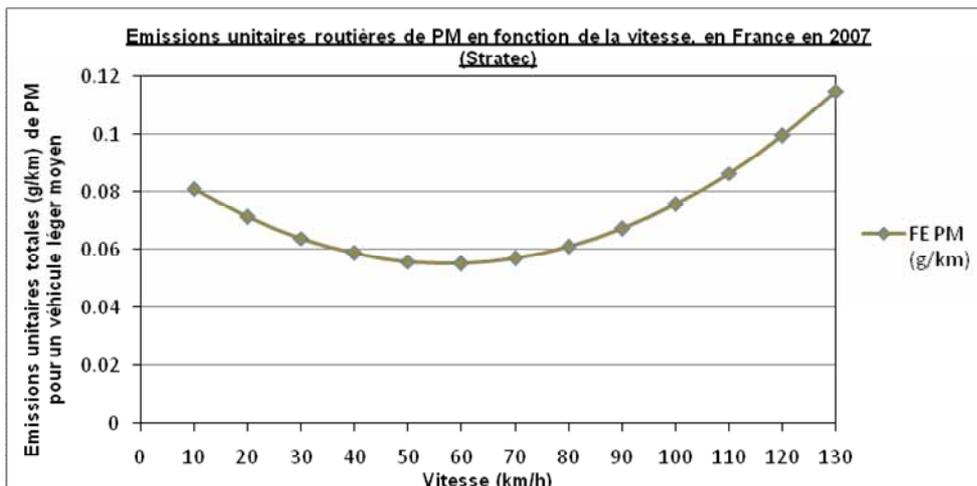


Figure III.2-8 : Emissions unitaires totales de PM (g/km) en fonction de la vitesse, pour un véhicule léger moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).

La courbe relative aux émissions de particules fines des Poids Lourds (figure III.2-9) a la même allure que celle relative aux oxydes d’azote (NOx). Cependant, on peut noter que la différence entre les émissions des Véhicules Légers et des Poids Lourds est moins importante que pour les NOx.

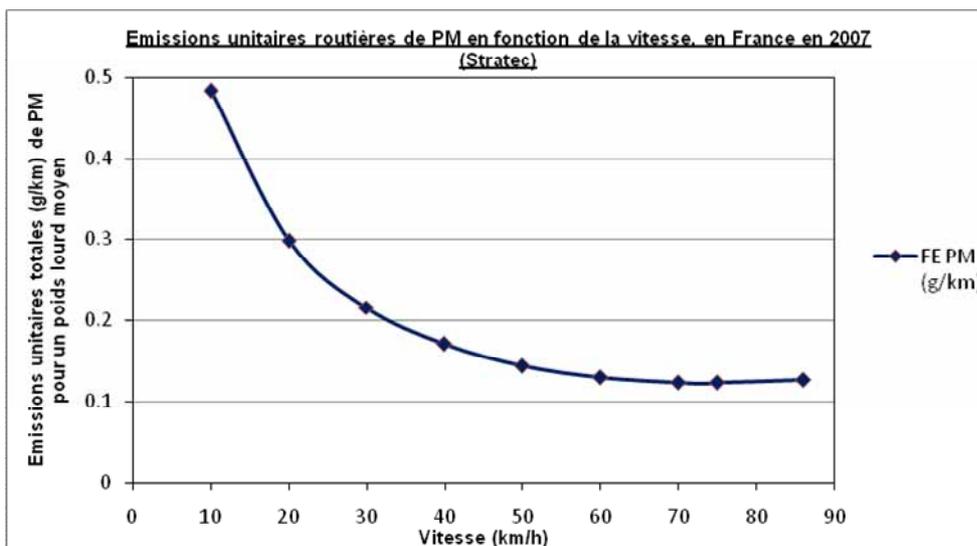


Figure III.2-9 : Emissions unitaires totales de PM (g/km) en fonction de la vitesse, pour un poids lourd moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).

★ **Emissions de dioxyde de carbone (CO₂)**

En 2007, les émissions de CO₂ imputées au transport routier en Ile-de-France représentaient 27 % ; 81 % des émissions routières ont été émises par les Véhicules Légers et 19 % par les poids lourds.

Pour un Véhicule Léger moyen, les courbes d’émissions unitaires de CO₂ ont une allure caractéristique en U, avec des émissions plus importantes aux basses vitesses (figure III.2-10). L’effet du parc roulant est invisible dans le logiciel COPERT IV car aucune réglementation contraignante pour limiter les émissions de

CO₂ n'était d'application lors de sa sortie.

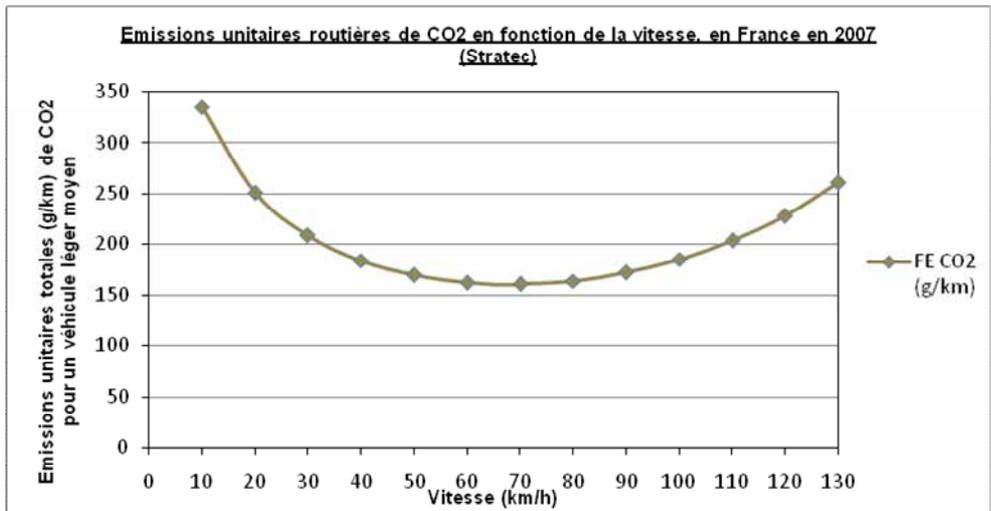


Figure III.2-10 : Emissions unitaires totales de CO₂ (g/km) en fonction de la vitesse, pour un véhicule léger moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).

Pour les Poids Lourds, les émissions de CO₂ diminuent avec la vitesse et l'impact de l'évolution du parc roulant est inexistant dans le modèle, comme pour les Véhicules Légers (figure III.2-11).

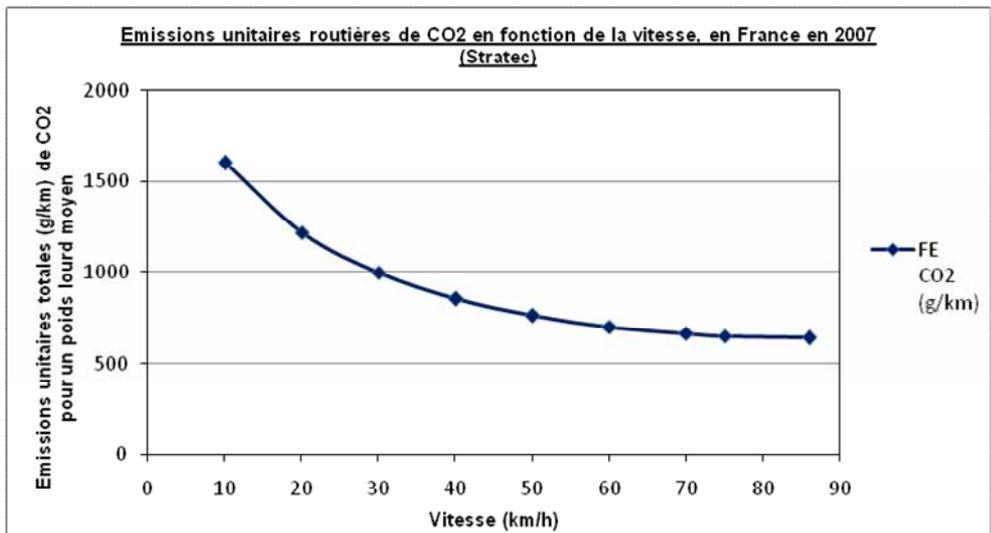


Figure III.2-11 : Emissions unitaires totales de CO₂ (g/km) en fonction de la vitesse, pour un poids lourd moyen, en 2007 (Source : Stratec, méthodologie basée sur COPERT IV, mai 2010).

Affinement des modèles et extrapolation des données de l'heure de pointe à la journée puis à l'année

★ *Passage des flux de véhicules particuliers de l'heure de pointe du matin à la journée*

Les flux routiers journaliers ont été estimés grâce aux projections réalisées dans le cadre du modèle Modus de la DREIF. Ceux-ci ont servi de base pour déterminer les flux pour chaque heure de la journée, utilisés dans le volet « bruit ».

★ *Passage des émissions de polluants de l'heure de pointe du matin à l'année*

Les données AIRPARIF 2005²⁵ ont été utilisées comme référence pour le calcul des émissions de polluants annuelles sur base des émissions à l'heure de pointe du matin.

★ *Détermination des flux de poids lourds*

Le modèle DREIF ne distinguant pas les poids lourds du reste de la circulation, il a été adapté pour intégrer les résultats du modèle de simulation du trafic de marchandises (modèle marchandises de la DREIF). Cette étape a nécessité de construire une matrice de déplacements Origine/Destination différente pour les véhicules particuliers et les poids lourds et de les affecter sur le réseau routier selon la procédure du modèle DREIF.

★ *Passage des flux de poids lourds de l'heure de pointe du matin à l'année*

Les coefficients de passage à l'année tiennent compte du profil particulier des déplacements des poids lourds.

Les détails de ces extrapolations sont donnés en annexe.

III.2.2 Air

L'objectif de ce chapitre est de déterminer l'impact du projet de métro automatique sur la pollution de l'air. Dans cette analyse, il n'est pas prévu d'estimer les concentrations de polluants suite à la mise en œuvre du projet car ce travail nécessite un lourd processus de modélisation qui ne rentre pas dans les délais impartis.

Le trafic routier est le principal émetteur d'oxydes d'azote (54 % des émissions franciliennes en 2005) et de particules fines (30 % des émissions franciliennes en 2005)²⁶. C'est pourquoi ces polluants ont été retenus comme indicateurs des émissions du trafic routier car leurs émissions sont susceptibles d'être modifiées de manière significative par l'introduction d'une nouvelle infrastructure de transport comme le métro automatique du Grand Paris. De plus, à l'heure actuelle, la concentration de ces deux polluants atteint des valeurs critiques en bordure de voirie, dépassant régulièrement les valeurs limites annuelles²⁷.

²⁵ « Inventaire des émissions en Ile-de-France », AIRPARIF, 2009.

²⁶ « Inventaire des émissions en Ile-de-France », AIRPARIF, 2009.

²⁷ La qualité de l'air en Ile-de-France en 2008, AIRPARIF, avril 2009

L'analyse des variations des émissions de NOx et de PM permettra d'avoir un premier aperçu des impacts du projet sur l'amélioration de leur concentration même si, il faut le rappeler, le phénomène de concentration est un phénomène relativement complexe faisant intervenir de multiples variables et le lien entre émission et concentration n'est pas évident.

Rappel des objectifs réglementaires

Outre l'application des mesures réglementaires nationales sur les concentrations des principaux polluants, des plans spécifiques pour l'air sont prévus à l'échelle de l'Ile-de-France depuis la LAURE²⁸ : en l'occurrence le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)²⁹ et le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA)³⁰. Ces deux documents fixent des objectifs chiffrés en termes de concentration de polluants visant à améliorer la qualité de l'air.

L'évaluation des concentrations de polluants en 2035 n'entrant pas dans le cadre de cette étude, ces objectifs réglementaires spécifiques aux concentrations ne peuvent pas être comparés aux résultats de simulation afin d'évaluer quantitativement les impacts du projet de métro automatique.

Emissions de la situation sans projet

En 2035, globalement, la pollution est en forte diminution grâce, principalement, à l'amélioration du parc et, ce, malgré la prise en compte d'options conservatrices quant à l'usage futur des véhicules hybrides et surtout électriques (voir sous partie « méthodologie : constitution du parc automobile francilien »). En Ile-de-France, les émissions de NOx diminuent de 76 % entre 2005 et 2035 (Tableau III.2.1-1). Cette diminution s'explique par le renouvellement du parc automobile et l'introduction progressive des véhicules catalysés. En ce qui concerne l'évolution des émissions de particules fines, qui sont majoritairement émises par les véhicules diesel, on constate une diminution de 65 % sur cette période. Cela est dû à la généralisation des filtres à particules dans les années à venir. On observe donc bien des diminutions très importantes et ce malgré la légère progression du trafic automobile entre 2005 et 2035 (+ 2%).

²⁸ Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie, 1996

²⁹ Plan de Protection de l'Atmosphère, Ile-de-France, Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

³⁰ Plan Régional de la Qualité de l'Air, Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

Impacts du projet

★ *Impacts directs*

Le métro automatique devrait émettre principalement des particules fines générées par le frottement mécanique des pièces en mouvement. Cette question est classiquement traitée par des dispositifs de ventilation et de filtration adaptés ; toutefois, en cas de confinement (dysfonctionnement d'équipement, etc.), les concentrations de ces polluants peuvent devenir importantes. Si dans le bilan global des émissions régionales les émissions directes du métro sont négligeables, elles peuvent ainsi constituer un problème en situation de confinement.

★ *Impacts induits*

Impacts sur les émissions de polluants atmosphériques routiers

Le tableau III.2.1-1 montre que, globalement, l'impact du projet de métro automatique sur les émissions de polluants atmosphériques routiers est faible : les émissions de NOx sont réduites de 0,9 % et celles de particules fines de 0,7 %.

Indicateurs d'émission de polluants retenus dans l'étude, relatifs aux déplacements routiers et calculés sur base annuelle

Transport routier IdF base annuelle	Emissions	
	NOx (milliers t)	PM10 (milliers t)
Etat initial ⁽¹⁾	64.8	5.32
Situation de référence (2035) ⁽²⁾	15.34	1.87
Situation de projet (2035) ⁽²⁾	15.2	1.85
Evolution 2007 - 2035 (sans projet)	-76%	-65%
Evolution en 2035 suite au projet	-0.9%	-0.7%

⁽¹⁾ AIRPARIF, 2005.

⁽²⁾ Méthodologie COPERT IV, données de modèles DREIF 2035.

Tableau III.2.1-1 : Indicateurs d'émission du transport routier en Ile-de-France (résultats de modèles).

Le parc automobile étant considéré constant pour les scénarios avec et sans projet, c'est le report modal de la route vers les transports publics qui est à la source de cette diminution. Le report modal de la voiture particulière vers le transport public s'élève à 18 000 voyages à l'heure de pointe du matin. Ce sont autant de véhicules qui polluent moins. Toutefois, le départ de ces véhicules améliore la fluidité générale du trafic et, par conséquent, induit une augmentation des vitesses qui, potentiellement, peut conduire à davantage de pollution (voir les courbes de relation vitesse-débit dans le chapitre méthodologique). Ce phénomène peut contrebalancer l'effet positif de la diminution de trafic.

Les cartes ci-dessous localisent les émissions de polluants à l'horizon 2035 après mise en œuvre du métro automatique.

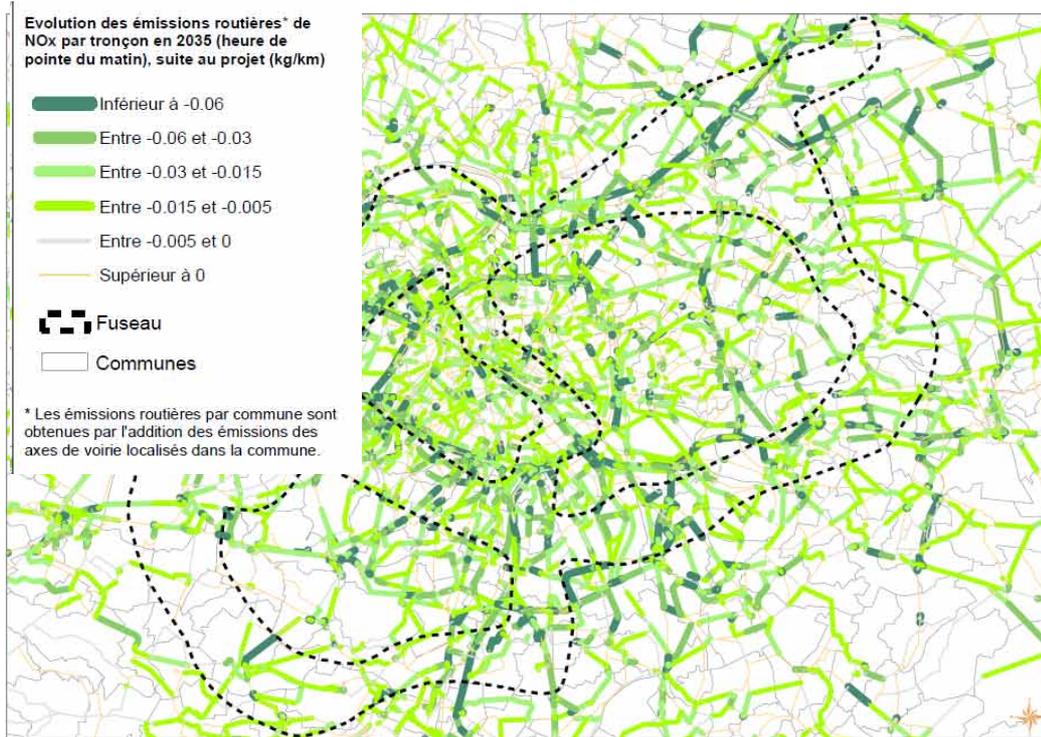
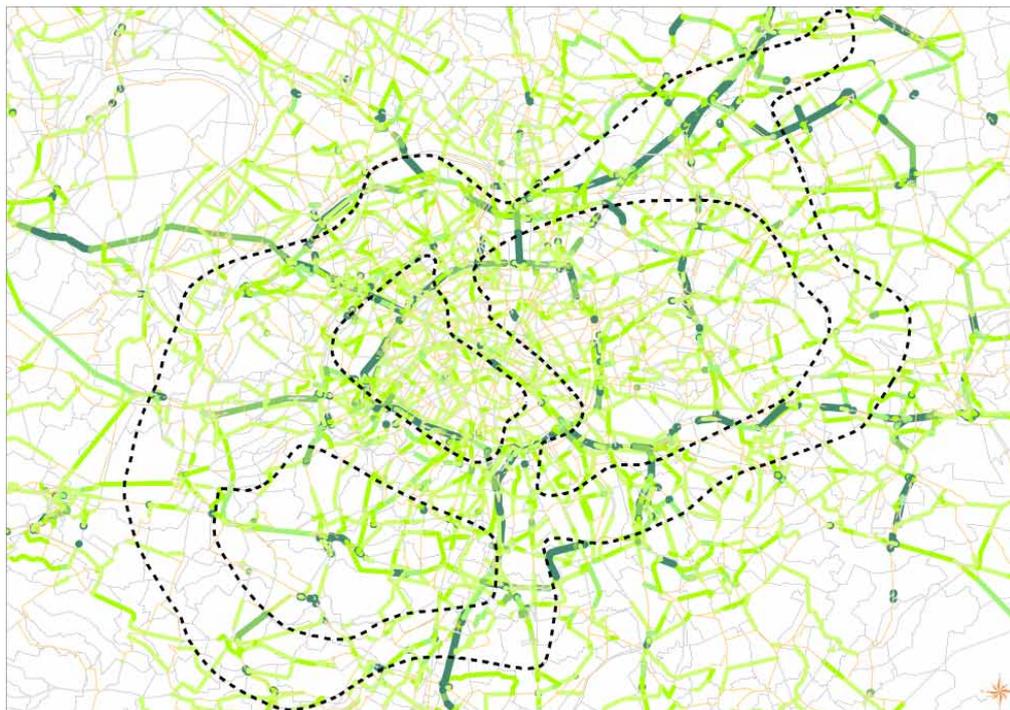


Figure III.2.1-1 : Evolution des émissions routières du NOx en 2035, suite au projet (résultats de modèle).

Globalement, les émissions les plus importantes concernent les axes de circulation majeurs de la petite et de la grande couronne.

On observe que les diminutions les plus importantes se retrouvent sur les axes de transit, là où, précisément, sont observées les diminutions de fréquentation les plus importantes. Les diminutions les plus importantes sont principalement localisées sur les axes principaux de pénétration vers le centre parisien (A1 au nord-est du fuseau, A6 au sud, etc.) et, dans une moindre mesure, sur les axes de rocade (le périphérique, l'A86).



Evolution des émissions routières* de PM par tronçon en 2035 (heure de pointe du matin), suite au projet (kg/km)



* Les émissions routières par commune sont obtenues par l'addition des émissions des axes de voirie localisés dans la commune.

Figure III.2.1-2 : Evolution des émissions routières de PM en 2035, suite au projet (résultats de modèle).

★ Impacts sur la santé

Sur le plan de la santé publique, les effets de la pollution atmosphérique concernent principalement le système respiratoire, et sont plus marqués chez les populations sensibles (enfants, asthmatiques, insuffisants respiratoires, personnes âgées, ...) ³¹. Divers symptômes peuvent apparaître : gêne respiratoire, irritation nasale et de la gorge, toux, ... (voir l'analyse de l'état initial phase 1)

L'évaluation des variations de concentration de polluants ne rentrant pas dans le cadre de cette étude, il n'est pas possible, à ce stade, de juger des effets des

³¹ Dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique, 2005.

variations d'émissions liées au métro automatique sur la qualité de l'air et, de manière plus générale, sur la santé des individus. Toutefois, la légère baisse d'émission routière observée pour les trois polluants laisse à penser que, globalement, le projet de métro automatique aura peu d'impact à l'échelle régionale sur la santé des franciliens.

★ *Autres impacts*

Parmi les autres impacts induits dont il faudra tenir compte lorsque le tracé sera défini, on notera :

- les émissions générées par le chantier ;
- les émissions provoquées par la mise en œuvre d'une rénovation urbaine à proximité des gares (voiries, bâtiments,...) ;
- les émissions générées par l'augmentation du trafic routier et TC à proximité des gares.

Propositions de mesures d'évitement et de réduction

Dans le but d'atténuer les émissions de particules fines émises directement par le métro automatique, le CSHPF³² a, en 2006, demandé la mise en place « d'un plan d'action de réduction des concentrations particulières ». Cette mesure stratégique vise à réduire les émissions à la source par des actions portant à la fois sur les matériaux de roulage, de freinage et d'aménagement des voies. Une optimisation des dispositifs de ventilation et de filtration ainsi que l'instauration de rames à ventilation réfrigérée sont également évoqués. Lors de la mise en place du métro automatique, il serait judicieux de se référer à ces préconisations. Parmi les autres exemples à suivre de réduction des émissions de polluants, on peut citer la mise en circulation par la RATP de trains dotés d'une gestion optimisée des systèmes de freinage électriques qui provoqueraient une baisse de 20 à 25% d'émissions de poussières. De manière générale, il s'agirait de prendre en compte la topographie lors du choix du tracé afin de favoriser les pentes faibles, réduisant ainsi les distances de freinage.

D'après les résultats de simulation, la mise en œuvre du métro automatique aura des effets modestes sur la diminution des émissions globales du trafic routier. Afin de renforcer les impacts positifs du projet sur le report modal (et donc la diminution du trafic automobile), différentes mesures peuvent être mises en place en accompagnement du métro automatique. La plupart sont du ressort des pouvoirs publics et doivent être pensées de manière stratégique à l'échelle régionale, puis transcrites de manière opérationnelle à l'échelle locale.

Tout d'abord, l'aménagement de l'espace rural et urbain doit être pensé en cohérence avec la politique de transport menée. En effet, l'implantation des zones d'habitation et des bassins d'emploi a des conséquences directes sur les déplacements pendulaires domicile/travail et donc sur les flux de trafic routier,

³² Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.

émetteurs de polluants. Un levier efficace pour réduire les distances de déplacements et, ainsi, inciter à l'utilisation de modes de transports alternatifs est la densification de l'urbanisation couplée à une mixité urbaine et fonctionnelle, en particulier autour des gares. Les contrats de développement territorial prévus par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris seront, dans ce cadre, un outil déterminant pour renforcer les effets de l'infrastructure. En parallèle, ce sont toutes les mesures visant à améliorer la qualité de l'utilisation des modes « doux » de déplacement qui permettront d'opérer un changement effectif du comportement de déplacement des individus. La notion de « qualité » englobe toutes les composantes liées à la tarification d'un moyen de transport, à la qualité de sa desserte, à son confort d'utilisation, à la sécurité d'un trajet, etc. Parmi toutes ces mesures, on peut citer notamment :

- l'instauration de tarifs combinés et la création d'aires de stationnement aux abords des gares afin d'inciter au rabattement des automobilistes ;
- la réduction de l'usage de la voiture et des deux roues motorisés en zone urbaine dense via une politique de stationnement ;
- la mise en place de taxis collectifs et la généralisation du covoiturage et de l'autopartage ;
- la création d'aménagements urbains adaptés aux cyclistes et aux piétons (stationnement, pistes cyclables, éclairage, signalisation, etc.)
- la mise en place de « traffic calming » afin de limiter la vitesse de circulation des véhicules dans des secteurs définis
- etc.

Par ailleurs, une mesure de réduction, déjà en vigueur en Ile-de-France, la circulation alternée, pourrait être renforcée en créant, par exemple, de nouveaux seuils d'application pour des polluants nocifs à la santé des individus.

D'autre part, l'impact inévitable des émissions liées aux chantiers (création de la ligne en elle-même et création des infrastructures qu'elle développe) pourra être atténué par :

- le choix de matériaux locaux (afin de diminuer les trajets liés à l'apport de la matière première) et peu émissifs (privilégier les certifications environnementales) ;
- l'optimisation des horaires de chantier.

Enfin, il s'agira, lors du choix de localisation des stations du futur métro automatique, de préserver les équilibres structurels de la région, en particulier l'existence de zones non bâties et la pérennité des espaces boisés et agricoles.

Impacts résiduels après la mise en place des mesures et exemples de mesures compensatoires

L'impact du métro automatique sur les émissions de polluant est globalement positif.

Conclusion

La création d'un modèle de calculs d'émissions de polluants, basé sur la méthodologie européenne COPERT IV, a permis d'évaluer les impacts du projet sur les variations d'émissions de NOx et de PM. Les émissions de ces deux polluants, dont le trafic routier est le principal contributeur, sont sensibles aux variations de trafic sur le réseau routier et permettent ainsi de mesurer les impacts induits du projet sur les émissions du trafic automobile.

En 2035, les émissions franciliennes de polluants atmosphériques sont en forte baisse, grâce essentiellement à l'amélioration du parc automobile : les émissions de NOx diminuent de 76 % et celles de particules fines de 65 %. En effet, la majorité des véhicules seront amenés à respecter la norme européenne Euro 6, qui impose d'importantes restrictions quant aux émissions routières de polluants.

Le métro automatique émet peu de polluants de manière directe car il consomme exclusivement de l'électricité. L'usure des pièces mécaniques provoque toutefois des émissions de particules fines qui, bien que faibles, doivent être surveillées car les phénomènes de confinement engendrent des concentrations pouvant devenir importantes.

Le report modal de la voiture vers les transports publics entraîne quant à lui une baisse de 0,8 % du volume de trafic (véhicules x kilomètres) à l'échelle de l'Ile-de-France. De fait, l'impact du projet aboutit à une réduction de 0,9 % des émissions de NOx et de 0,7 % des émissions de particules fines.

Les mesures à mettre en œuvre pour améliorer cet effet positif sont les mesures préconisées dans le chapitre « mobilité », pour encourager le report modal vers les transports publics.

III.2.3 Energie

L'objet de ce chapitre est d'évaluer l'impact du projet de métro automatique sur la consommation énergétique. Il ne s'agit pas de réaliser un bilan sur l'ensemble de l'Ile-de-France, comme cela a été présenté en phase I pour l'analyse de l'état initial, mais plutôt d'estimer les variations de consommation de la circulation routière qui est la plus susceptible d'être modifiée par l'arrivée du métro. Le modèle d'émission basé sur les données de flux de déplacements du modèle de transport de la DREIF permet de calculer la consommation de carburant par catégorie de véhicule et pour l'ensemble des voiries principales d'Ile-de-France. Ces consommations sont calculées pour l'horizon 2035 avec et sans projet. Le parc, les profils d'émission et le réseau routier sont constants pour les deux scénarios.

Par comparaison, nous indiquerons également la consommation estimée du métro automatique.

Rappel des objectifs réglementaires

L'Etat s'est engagé au Grenelle de l'environnement à mettre en œuvre des mesures qui permettront de diminuer de 2 % par an l'intensité énergétique (rapport entre la consommation d'énergie primaire et le PIB) dès 2015 et de 2,5 % par an dès 2030. Le lien avec le PIB permet de ne pas déconnecter les objectifs environnementaux des ambitions de développement économique pour la région. En effet, le développement économique est difficilement envisageable actuellement sans augmentation des consommations énergétiques.

Consommations pour la situation sans projet

En 2035, globalement, la consommation de carburants est en légère diminution (6 %) grâce, principalement, à l'amélioration du parc roulant (tableau III.2.2-1). Cette faible diminution est la conséquence des options conservatrices prises quant à l'usage futur des véhicules hybrides et surtout électriques (voir hypothèses de constitution du parc).

Impacts du projet

★ *Impacts directs*

Même si l'efficacité énergétique d'un métro n'est plus à démontrer, les coûts de l'énergie de traction (nécessaire au mouvement des trains et au réchauffage des rails) et de l'énergie utilisée dans les stations ou gares sont des postes de dépense majeurs. La répartition entre ces deux consommations varie selon la structure du réseau : elle est de 65/35 sur le métro parisien, et de 85/15 pour les RER RATP.

En ce qui concerne l'énergie de traction, la consommation s'exprime en kilowatts x heure par voitures x kilomètre. Celle-ci dépend :

- de la vitesse de pointe ;
- de la technologie de roulement (sur fer ou sur pneu), le fer offrant une résistance à l'avancement inférieure ;
- de l'efficacité de récupération d'énergie des trains, et de la ligne : le matériel roulant récent permet une récupération d'énergie de l'ordre de 40 % de l'énergie nécessaire ;
- de la maîtrise des pertes en ligne, qui dépendent du niveau de tension du courant de traction ainsi que de la nature et de l'importance des sections conductrices ;
- des optimisations de marche produites par le système de conduite automatique des trains.

Dans le cas de cette étude, en fonction de la vitesse de pointe et de la technologie de roulement (fer ou pneu), le ratio entre kilowatts x heure (kWh) et voitures x kilomètre (V.K) se situerait entre 1,6 et 2,3. Etant donné que la production des voitures x kilomètre est estimée à 350 millions par an, la consommation annuelle totale d'énergie de traction serait comprise entre 550 et 800 GWh.

La consommation d'énergie au sein des gares est difficile à évaluer en l'état actuel d'avancement de l'étude. La consommation dépend du volume, du niveau de mécanisation et de la profondeur de l'ouvrage. A ce stade, on estime à 2 Gwh la consommation d'énergie par gare, soit environ 80 Gwh pour l'ensemble des gares prévues. Dans cette estimation, les éventuelles mesures qui pourraient être liées aux objectifs du Grenelle de l'environnement n'ont pas été prises en compte (notamment l'utilisation d'énergies renouvelables).

Pour la comparaison, la dépense totale d'énergie varierait donc de 630 Gwh à

880 Gwh annuels soit entre 54 000 et 76 000 Tep, ce qui reste inférieur aux gains obtenus sur la route (- 83 000 TEP) (voir ci-dessous). De plus, l'usage de l'électricité permet plus de souplesse s'il y a une volonté de s'approvisionner à des sources renouvelables.

★ Impacts induits

Globalement, avec le projet, les consommations de carburants sont réduites de 2 %. Cette réduction est directement imputable à la diminution du trafic automobile suite au report modal vers le transport public. L'analyse des vitesses sur le réseau, comme pour les émissions de polluants, indique par contre qu'elles sont en hausse, ce qui aurait tendance à contrebalancer les effets positifs du report modal. Le tableau ci-dessous donne les valeurs des indicateurs évalués dans l'état initial et dans la situation de référence en 2035 avec et sans projet de métro automatique.

Consommation de carburants

Transport routier IdF base annuelle	Type de véhicules	Consommation de carburants (milliers tep**)
Etat initial (*)	Véhicules Particuliers	4390
	Véhicules Utilitaires	
	Poids Lourds	
	Bus	
	Deux roues motorisés	
Situation de référence (2035) (***)	Véhicules Particuliers	4119
	Véhicules Utilitaires	
	Poids Lourds	
	Bus	
	Deux roues motorisés	
Situation de projet (2035) (***)	Véhicules Particuliers	4036
	Véhicules Utilitaires	
	Poids Lourds	
	Bus	
	Deux roues motorisés	
Evolution 2007 - 2035 (sans projet)	Tous	-6.2%
Evolution en 2035 suite au projet	Tous	-2%

(*) AIRPARIF, 2005.

(**) tep : tonnes équivalent pétrole.

(***) Méthodologie COPERT IV, données de modèles DREIF 2035.

Tableau III.2.2-1 : Indicateurs énergétiques relatifs au transport routier en Ile-de-France (résultats de modèles).

Pour mieux se rendre compte de l'impact global de la mise en place du métro automatique sur la consommation énergétique, il est possible d'effectuer un calcul basé sur les objectifs du Grenelle de l'environnement :

Pour rappel, au Grenelle de l'environnement, l'Etat français s'est engagé à diminuer de 2 % par an son intensité énergétique dès 2015 et de 2,5 % par an dès 2030. L'intensité énergétique est définie comme suit :

$$I = \frac{C}{PIB}$$

avec

I : intensité énergétique à la fin de l'année x

C : consommation énergétique de l'année x

PIB : Produit Intérieur Brut de l'année x

En supposant qu'en 2025³³ l'Etat français ait respecté cet engagement et en considérant une augmentation annuelle du PIB national de 1.5 % après 2025³⁴, l'objectif annuel de diminution de la consommation énergétique française s'élève à 0.8 % pour respecter les objectifs du Grenelle en 2035.

D'autre part, d'après les résultats du modèle d'émission pour la situation de référence et à l'horizon 2035, la mise en œuvre du métro automatique permettrait une diminution annuelle de 0.2 % entre 2025 et 2035 par rapport à une situation sans projet (effet positif du report modal). Il convient également de prendre en compte dans ce calcul la dépense totale d'énergie liée à la traction du métro automatique et la consommation énergétique des gares (en moyenne +6,5 Tep/an, soit +0.16 % d'augmentation annuelle). Il faudrait également déduire les gains réalisés lors de la réorganisation du réseau (suppression des bus de banlieue) mais ces données ne sont pas disponibles à ce stade de l'étude.

Au final, le projet de métro automatique a un impact énergétique globalement positif puisqu'il permettrait d'atteindre une diminution de la consommation énergétique de -0.04 %/an entre la mise en œuvre du métro (2025) et l'horizon 2035. Le projet ne permet donc pas, à lui seul, de répondre entièrement aux objectifs annuels du Grenelle de l'environnement (-0.8 %/an), mais il y contribue à hauteur de 5 % par an.

A noter que cette estimation ne prend pas en compte d'éventuelles mesures permettant de réduire la consommation énergétique directe du métro (voir point précédent) et les gains suite à la restructuration du réseau TC.

Propositions de mesures d'évitement et de réduction

La contribution du projet de métro automatique aux objectifs mondiaux et nationaux de réduction de la consommation énergétique pourrait être valorisée en :

- réduisant la dépense totale d'énergie liée à la traction du métro

La consommation électrique importante de ce système de transport a poussé les exploitants à surveiller leur consommation énergétique afin d'identifier des sources potentielles de réduction. La chaîne de transport et de conversion d'énergie ainsi que les systèmes de contrôle et d'automatisme sont les facteurs clés pour diminuer la consommation électrique³⁵. Un métro utilise 90 % de

³³ Horizon de mise en service du métro automatique

³⁴ Evaluation socio-économique du projet de métro automatique du Grand Paris

³⁵ Métro automatique et économie d'énergie, Siemens Transportation Systems, 2009.

L'énergie totale pour la traction, le reste de l'énergie est utilisée pour les équipements auxiliaires. L'énergie cinétique dissipée lors des freinages représente 40 % de la consommation énergétique. De fait, les constructeurs ont mis en place des dispositifs de stockage d'énergie permettant de renvoyer celle-ci en ligne afin qu'elle soit utilisée par un autre train demandeur d'énergie. Ce système est d'autant plus efficace si le métro est automatique. En effet, l'optimisation des profils de vitesse et des tables horaires d'exploitation engendrent une utilisation optimum de l'énergie cinétique des véhicules. A Turin, Siemens a évalué à 33 % (projet VAL, Turin) l'économie d'énergie effectuée lors de l'automatisation du métro.

- réduisant la dépense totale d'énergie liée au fonctionnement des gares

En termes de conception du bâtiment à proprement parlé, de nombreux guides font office de référence en matière d'économie d'énergie du bâtiment. On peut citer notamment la certification HQE (© Certivéa) qui propose de nombreuses mesures dans ses référentiels afin de limiter la consommation énergétique de différents types de bâtiment.

- incitant au report modal des automobilistes

Impacts résiduels après la mise en place des mesures et exemples de mesures compensatoires

L'impact du métro automatique sur la consommation d'énergie est globalement positif.

Conclusion

Le bilan énergétique du futur métro automatique est globalement positif : la dépense énergétique totale liée au fonctionnement du système est largement compensée par les gains qu'il procure en termes de report modal. Un impact régional positif, donc, mais ne répondant pas à lui seul aux objectifs ambitieux fixés par le récent Grenelle de l'environnement. Afin de renforcer les impacts positifs liés à ce report modal, toutes les mesures d'accompagnement susceptibles d'accroître la densification des pôles de transport et l'utilisation des modes doux sont fortement recommandées.

III.2.4 Climat

Emissions pour la situation sans projet

Les émissions de Gaz à Effet de Serre du secteur routier (l'effet majeur pressenti du projet de métro automatique est l'impact induit sur la circulation automobile) sont constituées à pratiquement 100 % des émissions de CO₂. L'indicateur utilisé pour caractériser les émissions de GES est le gaz carbonique.

En 2035, les émissions en Ile-de-France de CO₂ sont estimées à 12,9 millions de tonnes. Sur la période 2005 - 2035, les émissions de CO₂ du trafic routier diminuent faiblement (-3 %), en relation directe avec une consommation de carburant relativement stable entre les deux dates.

Cette diminution résulte :

- d'une répartition différente des véhicules en grandes classes (voitures et VUL essence et diesel, poids lourds selon la capacité de charge, ...) ;
- de l'évolution du parc technologique selon les normes européennes (effet relativement faible car les normes Euro ne réglementent pas les émissions de CO₂).

Contrebalancées par une augmentation du volume de trafic (2 %) entre 2005 et 2035.

Impacts du projet

★ *Impacts directs*

Le métro automatique n'émet pratiquement pas de CO₂ directement puisqu'il fonctionne presque exclusivement grâce à l'électricité. En revanche, l'électricité consommée pourrait toujours, en 2035, provenir en partie de sources non renouvelables émettrices de CO₂ (centrales thermiques). L'ADEME estime qu'actuellement le kwh d'électricité est responsable d'environ 84g de CO₂. Cette valeur sera certainement moindre dans le futur suite au développement de la production d'énergies renouvelables. Un rapide calcul conservateur montre que, dans le pire des cas, les émissions de CO₂ induites par le métro automatique s'élèveraient à 74 000 tonnes annuelles (880 Gwh * 84g/kwh), ce qui est très inférieur aux 260 000 tonnes économisées sur la route.

★ *Impacts induits*

Globalement, les émissions de CO₂ routières diminuent de 2% suite à la mise en œuvre du projet de métro automatique. Cette baisse provient de la diminution des véhicules-kilomètres (0,8 %) après projet et des variations de vitesses. Le parc roulant n'intervient pas dans cette diminution car celui-ci est identique pour la situation de référence et de projet.

Emissions de CO₂

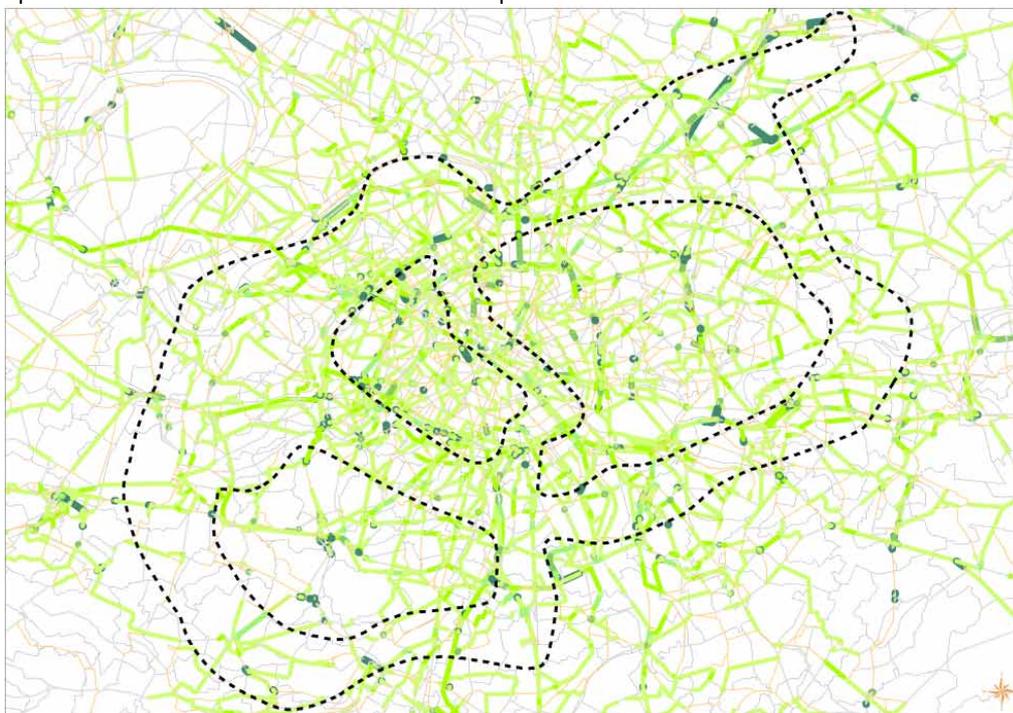
Transport routier IdF base annuelle	Emissions de CO ₂ (millions t)
Etat initial ⁽¹⁾	13.3
Situation de référence (2035) ⁽²⁾	12.91
Situation de projet (2035) ⁽²⁾	12.65
Evolution 2007 - 2035 (sans projet)	-3%
Evolution en 2035 suite au projet	-2%

⁽¹⁾ AIRPARIF, 2005.

⁽²⁾ Méthodologie COPERT IV, données de modèles DREIF 2035.

Tableau III.2.3-1 : Indicateur climatique relatif au transport routier en Ile-de-France (résultats de modèles).

La carte ci-dessous localise les variations d'émissions de CO₂ à l'horizon 2035 après mise en œuvre du métro automatique.



Evolution des émissions routières* de CO₂ par tronçon en 2035 (heure de pointe du matin), suite au projet (kg/km)

- Inférieur à -350
- Entre -350 et -100
- Entre -100 et -50
- Entre -50 et -25
- Entre -25 et -5
- Entre -5 et 0
- Supérieur à 0

- Fuseau
- Communes

* Les émissions routières par commune sont obtenues par l'addition des émissions des axes de voirie localisés dans la commune.

Figure III.2.3-1 Evolution des émissions routières de CO₂ en 2035, suite au projet (résultats de modèle).

La mise en œuvre du métro automatique va engendrer une réorganisation de la desserte par le mode bus à proximité des stations. Il est vraisemblable que le réaménagement du réseau de bus permettra de réduire les émissions de CO₂, grâce aux économies de carburant réalisées pour organiser le rabattement vers les gares. Cet effet n'est pas pris en compte ici.

Impacts résiduels après la mise en place des mesures et exemples de mesures compensatoires

L'impact du métro automatique sur les émissions de CO₂ est globalement positif.

Conclusion

Pour le secteur routier, les émissions de CO₂ représentent quasiment 100 % des émissions de gaz à effet de serre. Les prévisions de 2035 estiment à 12,9 millions de tonnes les émissions de CO₂.

La période 2005-2035 est sujette à une diminution de 3 % des émissions de gaz carbonique, imputable en grande partie à l'amélioration du parc technologique. La mise en œuvre du métro automatique engendre une nouvelle réduction des émissions de CO₂ estimée à 2 %. Cette baisse s'explique essentiellement par la diminution des véhicules x kilomètres (-0,8 %) et des variations de vitesses. De plus, il faut souligner que la réorganisation du réseau de bus renforcera sans doute cette tendance via les économies de carburant provoquées par le rabattement sur les gares.

Les progrès technologiques à venir ainsi que les objectifs du Parlement Européen en termes d'émissions (objectif de 120 g/km pour 65 % des nouveaux véhicules vendus en 2012) apparaissent comme des facteurs positifs supplémentaires. Les objectifs pris par la France témoignent d'une volonté politique forte en la matière : ramener les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports à leur niveau de 1990 entre 2005 et 2020, soit une diminution de 14 % (1.9 millions de tonnes).

Les résultats de modélisation montrent que le métro automatique contribuera à une diminution de 2% des émissions de GES par rapport à la situation 2035 de référence (260 000 tonnes).

III.3 Acoustique

III.3.1 Volet bruit

L'objectif de cette analyse est d'évaluer, à l'horizon 2035, les impacts sonores liés au projet de métro automatique sur la population francilienne. Les principaux impacts prévisibles sont liés au métro automatique lui-même mais aussi à ses effets sur la circulation automobile et les autres impacts induits, en particulier ceux liés à l'implantation des gares.

Dans un premier temps, une étude globale de la gêne ressentie par la population francilienne est effectuée afin d'étudier, d'un point de vue sonore, la manière dont les gens pourraient percevoir le métro.

Dans un second temps, le bruit généré par le futur métro automatique est analysé de manière qualitative avec l'étude des sources sonores du métro, puis de manière quantitative sur base de calculs simplifiés issus du CERTU³⁶ et des données relatives au métro fournies par la RATP. Les impacts du métro sont également étudiés de manière plus globale sur base d'une cartographie des zones calmes en Ile-de-France à l'échelle régionale pour la situation 2035 avec projet.

Ensuite, les impacts du métro sur la circulation routière sont analysés à l'échelle régionale sous forme de cartographies sonores afin d'estimer l'impact en 2035 du bruit routier sur la région, avec et sans projet. Ce travail « simplifié » s'appuie sur des typologies simples de propagation implémentées dans une boîte à outils basée sur l'utilisation d'un SIG (Système d'Information Géographique).

Méthodologie

Compte tenu de l'ampleur du territoire et du délai imparti pour cette étude, la méthode analytique utilisée s'appuie sur des formules simplifiées de prévision du bruit routier du CERTU. La méthode simplifiée a été conçue dans le but de permettre à ses utilisateurs d'obtenir un ordre de grandeur du niveau sonore dû à la circulation routière de façon simple et rapide. Les résultats issus de son application sont donc grossiers (précision à +/- 5 dB(A) près) mais suffisamment précis pour une carte stratégique de cette ampleur et pour exprimer valablement un résultat différentiel (comparaison de deux états projetés).

Selon la norme NF S31-132³⁷, qui classe les méthodes par degré de pertinence et de précision, la méthodologie utilisée est de classe 1a ou 1b³⁸. Les résultats

³⁶ Guide du bruit des transports, CERTU, 1980

³⁷ NF S 31-132, "Méthodes de prévision du bruit des infrastructures de transports terrestres en milieu extérieur", Décembre 1997. Cette norme définit des classes de méthodes à partir des fonctionnalités qu'elles présentent en ce qui concerne les éléments du site, les caractéristiques du trafic et les conditions de propagation du son

³⁸ A titre indicatif, le tableau A1 de la norme NF S31-132 récapitulant l'ensemble des hypothèses considérées et la classe correspondante est donné en annexe

obtenus constituent donc une approche acceptable pour ce type d'étude stratégique. Ils permettent en effet d'avoir un premier indice quantifié du bruit routier, significatif de la gêne perçue par les riverains du réseau routier. Lorsque le tracé sera défini, des études d'impact plus complètes utilisant des outils de prévision plus précis, intégrant la prise en compte de la topographie et l'impact du bâti, devront cependant venir compléter cette analyse pour une bonne prise en compte locale de l'impact du projet sur les nuisances sonores routières.

Pour la présente étude, deux types de cartes ont été réalisés : une carte de classement sonore du bruit routier³⁹ et une carte de courbes isophones pour le scénario 2035 avec projet intégrant, dans une certaine mesure, la propagation du bruit.

Après avoir envisagé d'étudier l'impact sonore du projet grâce aux nouveaux indices L_{den} (indicateur pondéré $L_{day}e_{vening}n_{ight}$ représentant le niveau moyen annuel sur 24h) définis par la directive européenne 2002/49/CE⁴⁰, les indices finalement retenus sont les LA_{eq} jour (6h-22h) et LA_{eq} nuit (22h-6h) qui sont plus facilement comparables avec la réglementation française en termes de bruit des transports. L'ensemble de la méthodologie suivie ainsi que la justification du choix des indices retenus sont expliqués en annexe.

L'exposition de la population francilienne au bruit du trafic routier en 2035 a pu être quantifiée à partir des courbes isophones calculées pour le réseau routier 2035 en situation de projet et implémentées dans une boîte à outil SIG. Cette analyse se base sur les données du trafic routier issues du modèle DREIF ainsi que sur les projections de population à l'horizon 2035 fournies par le maître d'ouvrage, en supposant une densité uniforme sur le territoire communal.

Les autres impacts liés au projet sont également traités, en particulier la gêne sonore potentielle liée à l'implantation des gares. Les effets du bruit sur la santé sont également abordés ainsi que la notion de zones calmes. Enfin, des propositions de mesures d'évitement et de réduction sont précisées.

Rappels des objectifs réglementaires

Ci-dessous sont rappelés les principaux objectifs quantitatifs liés à l'implantation d'une infrastructure terrestre de transport comme le métro automatique.

Bruit ferroviaire

Arrêté du 8 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires

Cet arrêté définit les valeurs limites L_{fjour} (6h-22h) et L_{fnuit} (22h-6h) à atteindre pour les nouvelles infrastructures ferroviaires. Ces valeurs sont à comparer avec les LA_{eq} (6h-22h) et LA_{eq} (22h-6h) calculés pour l'infrastructure

³⁹ Classement sonore des infrastructures routières tel que défini par le décret du 09/01/1995

⁴⁰ Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement (communément appelée « directive sur le bruit dans l'environnement »)

ferroviaire à 2m en façade des habitations moins une correction de 3 dB(A). Celle-ci correspond à un terme correctif traduisant les caractéristiques du bruit des transports ferroviaires et qui permet d'établir une équivalence avec la gêne sonore due au trafic routier (gêne sonore plus forte pour le bruit routier).

Usage et nature des locaux	Lfjour (6h-22h)	Lfnuit (22h-6h)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale	60 dB(A) ⁽¹⁾	55 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et locaux sportifs)	60 dB(A)	
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	
⁽¹⁾ Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour des malades, cette valeur est abaissée à 57 dB(A) Une zone est dite à ambiance préexistante modérée si le niveau sonore avant la construction de la voie nouvelle à 2m en façade des bâtiments est tel que LAeq (6h-22h) < 65 dB(A) et LAeq (22h-6h) < 60 dB(A)		

Tableau III.3.1-1 Valeurs limites pour le bruit ferroviaire (Source : arrêté du 8 novembre 1999)

Bruit routier

Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières

Il définit les niveaux sonores admissibles pour la contribution des infrastructures routières. Ces valeurs sont directement à comparer avec les LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) calculés pour l'infrastructure routière à 2m en façade des habitations.

Pour toute nouvelle infrastructure de transport terrestre, les valeurs limites à respecter sont les suivantes :

Usage et nature des locaux	LAeq jour (6h-22h)	LAeq nuit (22h-6h)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale	60 dB(A) ⁽¹⁾	55 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et locaux sportifs)	60 dB(A)	
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	
⁽¹⁾ Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour des malades, cette valeur est abaissée à 57 dB(A) Une zone est dite à ambiance préexistante modérée si le niveau sonore avant la construction de la voie nouvelle à 2m en façade des bâtiments est tel que LAeq (6h-22h) < 65 dB(A) et LAeq (22h-6h) < 60 dB(A)		

Tableau III.3.1-2 Valeurs limites pour le bruit routier (Source : arrêté du 5 mai 1995)

Classement sonore des voies de transport terrestre

Arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit

Cet arrêté définit les catégories des infrastructures de transport terrestre sur base de leur niveau sonore de référence LA_{eq} (6h-22h) et LA_{eq} (22h-6h) calculé à 2m des bâtiments pour une rue en U ou à une distance de 10m par rapport à l'infrastructure pour les tissus ouverts avec prise en compte de la réverbération des bâtiments afin d'être équivalent à un niveau sonore en façade.

Niveau sonore de référence LA_{eq} (6-22h) En dB(A)	Niveau sonore de référence LA_{eq} (6-22h) En dB(A)	Catégorie de l'infrastructure	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
$L > 81$	$L > 76$	1	d = 300m
$76 < L \leq 81$	$71 < L \leq 76$	2	d = 250m
$70 < L \leq 76$	$65 < L \leq 71$	3	d = 100m
$65 < L \leq 70$	$60 < L \leq 65$	4	d = 30m
$60 < L \leq 65$	$55 < L \leq 60$	5	d = 10m

Tableau III.3.1-3 : Classement des infrastructures de transport terrestre (Source : arrêté du 30 mai 1996)

Les méthodes pour évaluer les isolements ainsi que les valeurs d'isolement à atteindre en fonction des catégories sont également précisées dans l'arrêté joint en annexe.

Bruit des installations classées

Arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées

Cet arrêté définit les niveaux de bruit limites à ne pas dépasser en limite de propriété et au droit des riverains les plus proches (zones à émergence réglementée) sur base du bruit de fond existant hors installation.

En limite de propriété, les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder :

- 70 dB(A) pour la période de jour 7h-22h
- 60 dB(A) pour la période de nuit 22h-7h

Ceci, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite. Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe du présent arrêté, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne définies ci-dessus. De plus, les émissions sonores des installations classées ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau ci-après, dans les zones où celle-ci est réglementée :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée incluant le bruit de l'établissement	Emergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures ainsi que les dimanches et jours fériés
Sup à 35 dB(A) et inf ou égal à 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau III.3.1-4 : Emergences limites applicables pour les installations classées (Source : arrêté du 23 janvier 1997)

Bruit de voisinage

Décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique (dispositions réglementaires)
 « Les valeurs limites de l'émergence sont de 5 décibels A en période diurne (de 7 heures à 22 heures) et de 3 dB (A) en période nocturne (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif en dB (A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier de 0 à 6 dB(A) selon la durée d'apparition du bruit »

« Les valeurs limites de l'émergence spectrale sont de 7 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 125 Hz et 250 Hz et de 5 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz ».

Perception des riverains

★ *Notions acoustiques*

Les différentes notions acoustiques abordées dans le présent chapitre sont expliquées en annexe.

★ *L'influence des facteurs non-acoustiques dans la gêne sonore ressentie par les personnes*

Quels que soient les différents indices utilisés pour évaluer la gêne sonore des personnes (indices LA_{eq} , L_{den} , L_{max} ,...), il faut prendre en compte que la gêne sonore dépend également de facteurs extérieurs qui n'ont pas de lien direct avec l'acoustique comme :

- les facteurs de situation qui sont principalement liés à la localisation du logement par rapport à la source de bruit
- les facteurs individuels variant d'un individu à l'autre. On distingue généralement deux catégories : les facteurs sociodémographiques (sexe, âge, niveau de formation...) et les facteurs d'attitude (habitudes, sensibilité au bruit, peur de la source de bruit...)
- les facteurs sociaux comme le style de vie, l'image qu'on a de la source de bruit, les attentes que l'on a face au bruit...

Aussi, outre la dimension « bruit » est-il important de bien connaître la population existante qui sera exposée au bruit du métro mais aussi la population future qui s'implantera autour des pôles socio-économiques créés par le projet, ceci pour réduire les impacts liés au projet et optimiser les moyens de réduction du bruit.

★ **Le bruit en ville**

Le bruit est considéré comme la première pollution aux yeux des français, devant les émissions de CO₂.

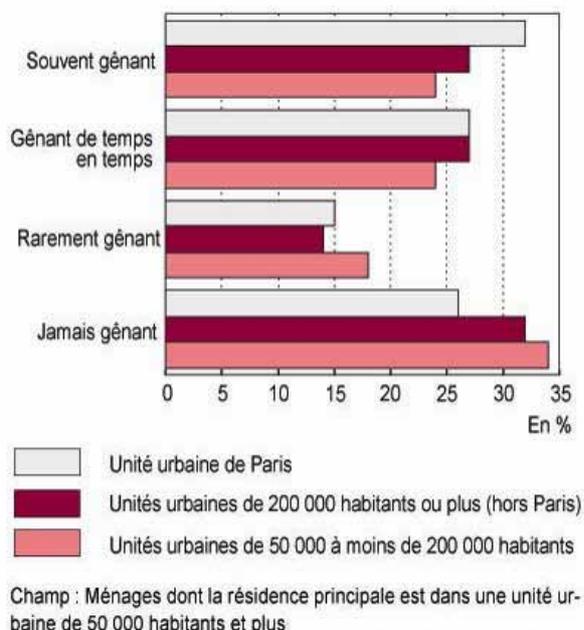


Figure III.3.1-1 : Le bruit en ville (Source : enquête permanente sur les conditions de vie et partie variable « vie de quartier » avril-juin 2001 - INSEE)

Selon les enquêtes permanentes sur les conditions de vie de l'INSEE, le bruit est gênant pour 54 % de la population française à l'intérieur de leur domicile. En région parisienne, cette proportion est encore plus grande avec 59% de la population gênée par le bruit. Le bruit constitue donc une préoccupation majeure pour la population et est même un des premiers critères de choix dans l'acquisition d'un logement, devant la présence d'espaces verts.

La réduction des impacts sonores ainsi que la conservation et le développement de zones calmes propices à de l'habitat constituent donc un enjeu pour le projet de métro du Grand Paris.

★ **Relation entre le bruit des transports et la gêne des personnes**

Selon une enquête du CREDOC réalisée en 1989, parmi les personnes gênées par le bruit, 55 % le sont à cause du bruit lié au trafic routier qui constitue la principale source de gêne sonore. Les trains, en revanche, ne constituent que 4% de la gêne sonore ressentie par la population.

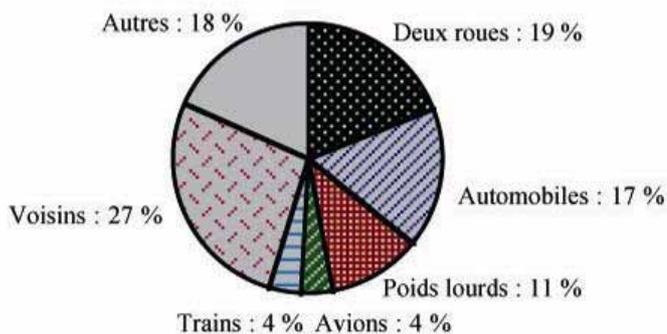


Figure III.3.1-2 : Sources de gêne due au bruit en France (Source : enquête CREDOC 1989)

Le Diagramme Miedema issu d’une recherche plus récente à l’échelle européenne, permet de donner, pour un niveau sonore équivalent, une approximation de la gêne de la population en fonction du moyen de transport considéré.

L_{den} (dB(A))	Bruit du trafic aérien		Bruit du trafic routier		Bruit du trafic ferroviaire	
	% gênés	% très gênés	% gênés	% très gênés	% gênés	% très gênés
45	11	1	6	1	3	0
50	19	5	11	4	5	1
55	28	10	18	6	10	2
60	38	17	26	10	15	5
65	48	26	36	16	23	9
70	60	37	47	25	34	14
75	73	49	61	37	47	23

Tableau III.3.1-5 : Part de la population gênée et très gênée selon les niveaux d’exposition de bruit (L_{den}) occasionnés par le trafic aérien, routier et ferroviaire (diagramme Mediema) (Source : commission européenne 2002 « Position paper on relationships between transportation noise and annoyance »)

On remarque ainsi que pour un niveau de bruit L_{den} équivalent, la population sera avant tout gênée par les avions, puis le trafic routier et enfin le trafic ferroviaire qui est considéré comme le transport le moins gênant d’un point de vue sonore. Par exemple, pour un L_{den} de 60 dB(A) équivalent au critère applicable pour une zone d’habitations à ambiance préexistante modérée, le bruit aérien gênera fortement 17 % de personnes, contre 5 % pour le bruit ferroviaire, soit plus de 3 fois moins de gens très gênés.

La gêne sonore liée au bruit ferroviaire est moindre que celle générée par le bruit routier. Le bruit ferroviaire est donc mieux supporté par la population. Cela explique pourquoi un « bonus » de 3 dB(A) est considéré pour les valeurs limites du bruit ferroviaire en France. Les raisons pour lesquelles le bruit ferroviaire est mieux accepté que le bruit routier sont les suivantes :

- la typologie bien particulière du bruit ferroviaire (événements sonores prévisibles et réguliers, avec des périodes de calme entre les passages) ;
- l’image du train qui est plutôt positive auprès des populations (écologie,

progrès...).

Cet avantage pour le rail est particulièrement observé :

- dans les situations où les niveaux de bruit sont déjà élevés ;
- en période nocturne ;
- en zone urbaine plutôt qu'en zone rurale.

Le bruit des trains peut cependant dans certains cas être perçu comme plus gênant que le bruit routier, en particulier :

- pour les activités de communication (conversations téléphoniques, écoute de la radio ou de musique...)
- pour les activités en plein air (sports, promenades, jardins pour enfants...)
- lorsque les niveaux de bruit de jour, hors trafic ferroviaire, sont faibles (< 55 dB(A)).

★ Gêne sonore ressentie pour les transports ferroviaires urbains

En 2004, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire et Environnementale (AFSSE) a rédigé un rapport exhaustif sur les impacts sanitaires du bruit. Les principaux résultats et enseignements applicables au projet du métro Grand Paris, issus essentiellement de l'annexe 2 de ce rapport, sont synthétisés ci-dessous.

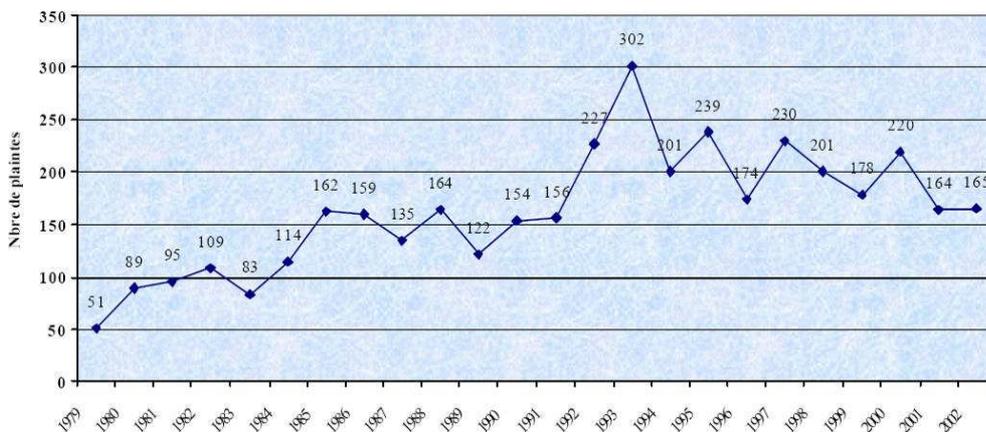


Figure III.3.1-3 : Evolution du nombre de plaintes concernant le bruit ferroviaire depuis 1979 (Source : données RATP du rapport AFSSE de novembre 2004 relatif aux impacts sanitaires du bruit - Etat des lieux - annexe 2)

On observe sur la figure III.3.1-3 que le nombre de plaintes déposées à la RATP relatives au bruit ferroviaire stagne, voire a tendance à décroître légèrement depuis quelques années. Cela est probablement dû aux progrès techniques du matériel roulant mais aussi à une meilleure prise en compte du bruit généré par les infrastructures ferroviaires lors de la conception et réalisation d'une nouvelle infrastructure. A noter qu'au regard du nombre d'usagers des transports ferroviaires de la RATP, le nombre de plaintes est très faible. En effet, plus de 3.5 millions de voyages journaliers ont été recensés en 2002 sur le réseau métro seul, soit potentiellement plus d'1.7 millions d'usagers sur le réseau métro ⁴¹contre 165 plaintes déposées concernant le bruit ferroviaire sur l'année

⁴¹ Chiffre estimé sur base de 2 voyages/jour par personne

entière.

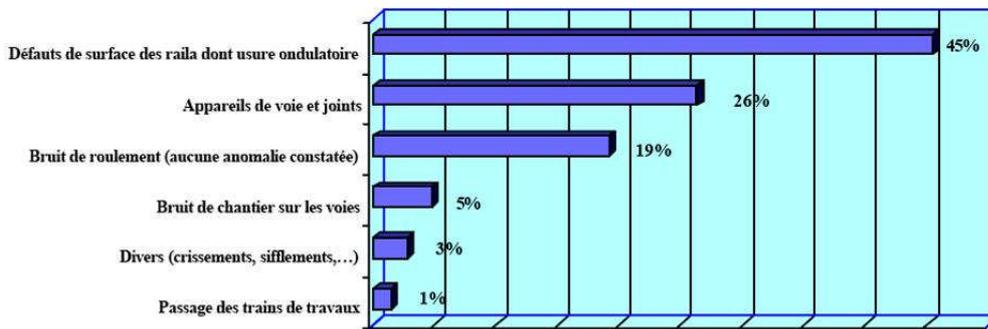


Figure III.3.1-5 : Répartition par cause des plaintes reçues en 2002 (Source : données RATP du rapport AFSSE de novembre 2004 relatif aux impacts sanitaires du bruit - Etat des lieux - annexe 2)

L'examen des causes des plaintes recensées montre que le phénomène déclencheur est, pour 45% d'entre elles, une dégradation de l'état de la voie qui entraîne le dépassement d'un niveau sonore ou vibratoire jugé jusque là supportable.

★ Conclusions

L'étude de la gêne sonore liée au bruit des transports est très positive pour le projet de métro automatique puisque les nuisances sonores liées à ce dernier seront, a priori, mieux perçues que celles induites par l'implantation d'une autre infrastructure de transport. La gêne sonore engendrée par le métro peut donc être maîtrisée. Il est cependant nécessaire de bien considérer la variable bruit en amont des aménagements, surtout au niveau des tronçons en aérien, des équipements de voies et des vibrations qui peuvent engendrer une régénération du bruit à l'intérieur des logements (bruits solidiens). De plus, un des impacts attendu du projet est la réduction des nuisances sonores liées au trafic routier. L'étude ci-dessus a montré que le bruit routier était la source prépondérante de nuisance sonore pour la population. Cela signifie donc que les actions prises pour réduire l'impact du trafic automobile auront un impact très positif sur la perception sonore et le bien-être de la population actuelle et future située à proximité du projet.

Effets du bruit sur la santé

Compte tenu des niveaux sonores en cause (exposition sonore LA_{eq} en général nettement inférieure à 80 dB(A) à l'intérieur des habitations), le bruit des transports terrestres ne contribue pas à la perte d'audition. Les effets du bruit des transports sont donc essentiellement des effets extra-auditifs.

L'OMS recommande un niveau sonore de 30 dB(A) dans les logements et estime que les personnes peuvent ressentir des effets importants liés à l'exposition du bruit si les niveaux sonores LA_{eq} dans une chambre sont supérieurs à 45 dB(A) (niveau maximum conseillé).

Les bruits intermittents génèrent également une forte gêne. Ainsi, l'augmentation du niveau de bruit de 10 dB(A) par rapport au bruit de fond lors de l'apparition de la source, par exemple au passage d'un train ou d'un avion, peut provoquer une gêne sonore importante, surtout en période de nuit.

★ **Les effets psychosomatiques et psychiques :**

L'effet psychosomatique le plus important du bruit sur les personnes concerne le sommeil, en particulier :

- les difficultés d'endormissement ;
- le raccourcissement de la durée de certaines phases de sommeil ;
- les éveils au cours de la nuit ;
- les augmentations de mouvements corporels pendant la nuit.

La journée, d'autres effets psychosomatiques ou psychiques sont constatés lorsque les personnes sont fortement soumises au bruit comme :

- le fléchissement de l'attention ;
- des difficultés de mémorisation et/ou de concentration ;
- une augmentation du temps de réaction ;
- plus d'irritabilité et de stress ;
- état intense de nervosité ;
- une fatigue accrue ;
- une plus forte tendance à développer des symptômes de détresses psychologique (les gens soumis au bruit prennent plus d'antidépresseurs que ceux en zone calme).

★ **Les effets physiologiques :**

Les effets physiologiques ne dépendent pas de l'état psychologique des personnes : c'est le corps lui-même qui réagit au stimulus du bruit. Selon l'importance du bruit auquel sont soumises les personnes, les effets physiologiques liés à une forte exposition au bruit sont les suivants :

- effets sur la vision : rétrécissement du champ visuel, détérioration de la vision nocturne...
- effets sur le système cardio-vasculaire : augmentation du rythme cardiaque et de la pression sanguine avec le bruit,
- effets sur les glandes endocrines : dérèglements au niveau des sécrétions de certaines hormones en provenance de l'hypophyse et des glandes surrénales
- autres effets : maux de tête, crampes d'estomac, contractions de la pupille, légers troubles respiratoires, stress...

★ **L'effet masque :**

Certains bruits peuvent perturber la compréhension de messages parlés ou même de signaux d'alertes. Le bruit peut avoir des répercussions importantes sur le déroulement d'activités sociales et causer un risque de dégradation des relations humaines.

Analyse des impacts directs du projet de métro

★ *Origine et cause du bruit généré par les métros*

Il existe encore peu d'études consacrées spécifiquement au bruit du métro, en particulier car ce mode de transport est souvent prévu en souterrain, parfois en viaduc mais plus rarement au niveau du sol. Le bruit généré par le métro provient des sources de bruits suivantes :

- le contact roue/rail ;
- les blocs moteurs et auxiliaires ;
- les équipements de ventilation ;
- les crissements ;
- les appareils de voies (aiguillages, traverses, joints,...) ;
- autres bruits (klaxon, ouvertures/fermetures portes, sirènes de fermeture des portes...).

A partir de 40km/h, le bruit de roulement est la source de bruit principale du métro. Ce bruit est généré par la mise en vibration du matériel roulant et de la voie lors du contact roue/rail. Ces vibrations sont causées par les aspérités et défauts de surfaces des différents éléments roue et rails que l'on appelle rugosité.

Le bruit du métro varie de manière importante selon les facteurs suivants :

- type de matériel roulant (charge statique, type de boggie, type de freinage, longueur...) ;
- type d'infrastructure (équipements de voie, état des rails...) ;
- configuration de la voie (aérienne ou souterraine).

Les blocs moteurs peuvent également avoir un impact significatif en gare ou à faible vitesse et les crissements peuvent aussi engendrer des nuisances sonores importantes.

Les autres sources de bruit comme les équipements de ventilation, les systèmes d'ouverture/fermeture des portes, les sirènes d'alarme de fermeture (...) sont, quant à elles, négligeables lorsque le métro est en roulement et ne sont susceptibles d'avoir une légère influence en environnement que lorsque le métro est à l'arrêt sur des quais extérieurs. A noter que les vibrations induites par le contact roue/rail peuvent aussi générer du bruit dans les logements que l'on nomme « bruit solidien » (voir point spécifique ci-dessous). Ce bruit est à l'origine de la gêne sonore la plus forte.

Ci-après, les facteurs les plus importants impactant le bruit du métro sont abordés, ceci pour donner des pistes quant au choix du futur matériel, l'organisation du réseau et la composition des infrastructures.

Les vibrations/bruits solidiens

Les bruits solidiens proviennent de la vibration des bâtiments sous l'effet des vibrations transmises par l'infrastructure au passage d'un métro. Les vibrations transmises font vibrer les murs des pièces des bâtiments qui rayonnent un bruit sourd caractéristique souvent appelé " grondement ". Ils ne sont perçus que par les riverains situés au plus proche des voies ou au-dessus d'ouvrages souterrains.

Les paramètres influant sur les bruits solidiens sont les suivants :

- les vibrations générées par le contact roue/rail (liées principalement aux irrégularités de surface mais aussi au type de rame qui peut modifier la fréquence de résonance voie/essieu) ;
- l'atténuation vibratoire de la plateforme ;
- le type de boggie utilisé (roue de fer ou pneumatique) ;
- la propagation des vibrations dans le sol ;
- la régénération du bruit dans le bâtiment.

Il s'agit du bruit le plus gênant pour les riverains. Il n'est pas aisé de traiter par après les bruits solidiens mais il est possible de les combattre pour une ligne nouvelle car les solutions peuvent directement être intégrées dans le projet, en choisissant dès le départ la mise en œuvre de dispositifs anti-vibratiles au niveau du matériel roulant et au niveau de la plateforme, mais aussi en fixant une distance minimum entre la voie et les habitations. En effet, la distance atténuée les vibrations induites et donc le bruit solidien éventuel qui y est associé.

Pour réduire significativement le bruit solidien, une étude vibratoire préalable aux aménagements devra impérativement être réalisée (voir chapitre III.3.2 « Vibrations »).

Les crissements

Le crissement se produit en général dans les virages étroits ou lors de freinages brusques. Dans ce cas, la roue se met en vibration et l'excitation se traduit par une amplification du bruit. La contribution de la roue dans l'émission sonore est alors prépondérante. Les paramètres influençant le crissement sont nombreux et encore mal connus. Leur influence varie fortement selon les situations et apparaît comme un phénomène peu répétable.

L'apparition de crissement peut être causée par :

- le tracé de la ligne de métro (rayon de courbure, écartement des rails, dévers, pente...) ;
- l'état du rail (profil, matériau, type de pose, éventuel appareil de voie, état de surface...) ;
- l'état des roues (géométrie, matériau, profil, charge nominale, profil, état de surface...) ;
- le freinage (en cas de freinage à disque) ;
- le type de Bogies.

A noter que si le métro automatique du Grand Paris est équipé sur pneumatique, alors le risque d'apparition de crissements est réduit.

★ Spécificités du bruit ferroviaire

Le bruit ferroviaire se caractérise :

- par un trafic périodique dont les occurrences de passage sont relativement bien connues ;
- une exposition au bruit importante à chaque passage mais limitée à une courte durée, ce qui préserve des périodes de calme relatif (dépend du bruit ambiant), et bien connue (signature stable) ;
- un nombre de passages faible : quelques centaines de passages au maximum dans la journée sur les infrastructures les plus sollicitées, à

comparer aux milliers de véhicules par heure observés sur les infrastructures routières les plus chargées.

Une signature stable

Le schéma ci-après représente une signature typique de passage d'un matériel ferroviaire ainsi que les différents indices utilisés pour évaluer la gêne qui sont :

- l'indice L_{Amax}
- le temps d'exposition t_e
- l'indice L_{Aeq} (niveau sonore moyen sur une période donnée, ici le temps d'exposition)

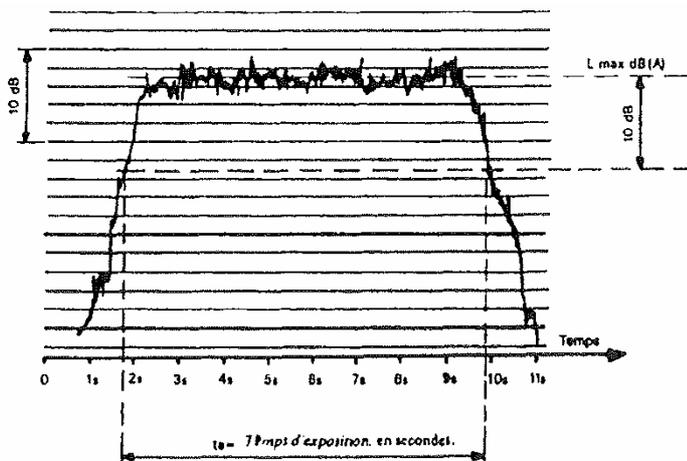


Figure III.3.1-7 : Signature type du passage d'un train et représentation du temps d'exposition et du L_{Amax}
 (Source : Guide du bruit des transports terrestres, CERTU, 1980)

La directivité du bruit des métros :

Les métros comme les trains vont générer un bruit localisé au niveau des bogies qui se propage de manière verticale et de manière horizontale.

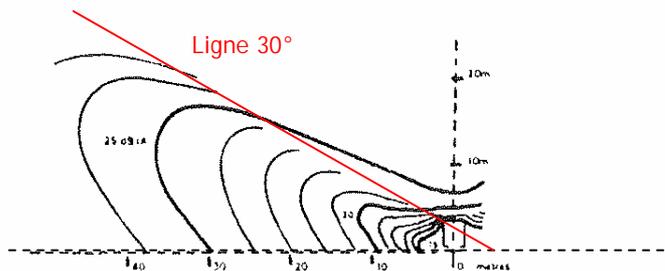


Figure III.3.1-8 : Diagramme de directivité des trains (Source : Guide du bruit des transports terrestres, CERTU, 1980)

Le diagramme ci-dessus représente les courbes d'iso-affaiblissement en dB(A) pour une circulation moyenne de trains voyageurs. On observe clairement la directivité du bruit émis par le train : pour un angle inférieur ou égal à 30° à partir du sol, un récepteur est dans la zone principale de bruit.

★ **Evaluation des niveaux de bruit générés par le métro**

Analyse des données fournies par la RATP

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des spectres 1/3 octave correspondant à un métro de type MP89 pour des vitesses de 60, 80 et 100 km/h⁴².

Tableau III.3.1-7 : niveaux sonores pour un métro type MP89 (Source : données RATP 2010)

distance	hauteur	60km/h	80km/h	100km/h
1,9m	0,75m	86,4	91,4	96,8

Les spectres fournis montrent que les fréquences prépondérantes du métro sont comprises entre 400 et 2500Hz, soit les fréquences moyennes les plus audibles par l'oreille humaine.

Méthodologie de calcul pour l'évaluation des niveaux de bruit

La méthodologie utilisée pour l'évaluation des niveaux de bruit du métro est celle du guide du bruit des transports terrestres (CERTU 1980), détaillée en annexe pour information. Les résultats sont donnés à +/- 5 dB(A) près. Dans un premier temps, le bonus ferroviaire de 3 dB(A) n'est pas considéré dans nos calculs et notre analyse.

⁴² Source : données transmises par la RATP dans le cadre de la présente étude

Rappel des données de trafic fournies

Les hypothèses fournies par le maître d'ouvrage quant à la fréquence des trains à prendre en considération à l'heure de pointe du matin sont les suivantes :

- secteur nord-est (Pleyel <>Roissy) : 42 trains par heure et par sens ;
- secteur nord-ouest (La Défense <>Pleyel) : 21 trains par heure et par sens ;
- secteur sud-est (Villejuif <>Noisy) : 36 trains par heure et par sens.

Evaluation des isophones

Les distances pour les courbes isophones calculées à 2m de hauteur pour une configuration de voie au sol, sans aucun obstacle, selon la méthode décrite au point précédent et pour une vitesse moyenne de 60km/h sont les suivantes :

Tableau III.3.1-8 : distance en mètre par rapport aux voies de métro pour atteindre les isophones $LA_{eq}(1h)$ 65, 60, 55, 50, 45 et 40 dB(A) pour une propagation en terrain plat, en champs libre et le trafic métro prévisible en heure de pointe

Tronçon considéré	nbre métro/h (n) en heure de pointe	isophones calculés pour une vitesse de 60km/h					
		65 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)
Secteur Nord-est	84	42	102	246	597	1448	3512
Secteur Nord-ouest	42	25	60	145	351	850	2060
Secteur Sud-est	72	37	90	219	531	1286	3119

On remarque que les $LA_{eq}(1h)$ en heure de pointe atteignent la valeur limite de 65 dB(A) applicable à une zone d'autres logements et/ou de bureaux pour une distance comprise entre 25 et 42 m par rapport à la voie selon le trafic considéré. Pour atteindre le critère applicable de 60 dB(A) pour les logements à ambiance préexistante modérée et les établissements d'enseignement ou de soins en période de jour, la distance minimum par rapport à la voie en aérien doit être de 60 à 102 m selon le trafic prévu.

A noter que le bonus ferroviaire de 3 dB(A) n'a pas, pour l'instant, été considéré dans l'analyse. De plus, ces valeurs sont uniquement valables pour les tronçons en aérien.

★ *Le classement sonore des voies*

Le classement sonore ferroviaire concerne toutes les voies écouant (ou présumées écouer) une moyenne de plus de 100 mètres ou tramways par jour à l'horizon d'une vingtaine d'années ou plus. Aux vues des trafics envisagés, le réseau du métro automatique devra donc être intégré dans l'observatoire du bruit des transports terrestre et devra faire l'objet d'un classement, ceci conformément au décret n°95-21 du 9 janvier 1995 et à l'arrêté du 30 mai 1996 relatif au classement des voies ferrées.

★ Degré d'impacts des émissions sonores du métro par rapport au choix du tracé, de l'insertion et des perspectives de densification de la population

Influence du choix d'insertion

Souvent pour les modes de transport de type métro ou tramway, la distance qui sépare le matériel roulant et les riverains est faible, typiquement inférieure à 20 m.

Sauf si la couverture n'est que partielle, le métro couvert ou souterrain peut être considéré comme n'ayant aucun impact sonore dans l'environnement. Si les vibrations sont bien traitées, il peut donc être envisagé de construire des sections de métro souterrain à 20 mètres ou moins des habitations. Seuls les ouvrages de ventilation qui jalonnent les parties en souterrain pourraient induire une gêne sonore avec des grilles au sol tous les 1600 mètres au moins. Ces impacts pourront cependant être facilement réduits par la mise en œuvre de silencieux adaptés sur les réseaux de ventilation.

Sur les sections extérieures de plein pied ou en viaduc, le métro aura un impact sonore plus important. L'évaluation au chapitre ci-dessus a montré que des distances de 20 mètres ou moins entre la voie et les habitations ne garantissent pas le respect des valeurs réglementaires, surtout pour les zones les plus sensibles et les portions où la vitesse est supérieure à 60km/h.

En viaduc (environ 7 à 8 mètres de haut), il peut être estimé que l'impact sera globalement similaire pour un récepteur situé au même niveau ou au-dessus de la voie de métro. En revanche, au sol, le bruit émis sera légèrement plus faible car alors on ne se situe plus dans la directivité la plus forte du métro.

A noter que le risque d'apparition des bruits solidiens est général à l'ensemble du réseau, qu'il soit souterrain ou aérien. En effet, il dépend directement des vibrations générées par le métro. Aussi il est bon de se référer au chapitre III.3.2 (« Vibration ») pour évaluer ces risques.

Influence du tracé envisagé par rapport aux zones calmes et aux perspectives de densification de la population

Il est considéré que les zones actuellement calmes existantes en Ile-de-France doivent être conservées. En effet, ces zones constituent un véritable enjeu de santé publique et de préservation de la nature.

Le présent chapitre s'attache à étudier l'impact du métro automatique sur les zones calmes localisées en Ile-de-France sur base de la cartographie réalisée à l'échelle régionale ci-après et les données du chapitre III.1.2 en ce qui concerne l'augmentation estimée de population à l'horizon 2035.

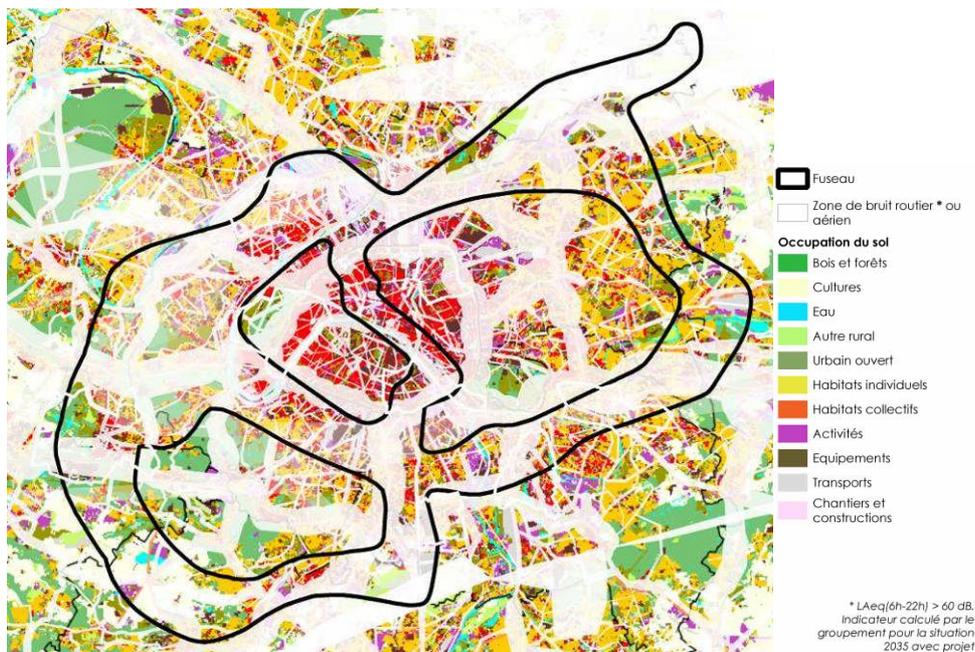


Figure III.3.1-9 : Les zones calmes de bruit en Ile-de-France en 2035, suite à la mise en œuvre du projet

(Source : MOS IAURIF 2003 simplifié, réseau routier DREIF 2035, demande de 2035, ACNUSA 2003)

Zones les moins sensibles

Les zones qui seront susceptibles d'être les moins impactées par le métro en aérien sont les suivantes :

- axe Roissy-Le Bourget-Pleyel-La Défense-Saint Cloud ;
- axe Massy - Villejuif-Pleyel.

Ces zones présentent et présenteront une forte densité de population en 2035 car ce sont dans ces zones que l'augmentation de population la plus forte est prévue, en particulier au nord de Paris, entre Roissy et la Défense. L'implantation du métro en aérien dans ces zones pourrait donc à première vue induire des impacts pour un grand nombre de personnes. Toutefois, le bruit auquel sont soumises ces zones est déjà très important à cause d'axes routiers importants mais aussi à cause du trafic aérien assez dense observé au nord et au sud de Paris. Les riverains subissent et subiront donc un fort niveau de bruit. Or, comme vu précédemment, la gêne du bruit ferroviaire diminue lorsque le niveau de bruit ambiant, hors trafic ferroviaire, est déjà important. De plus, il semble que le tracé du métro en aérien pourra assez facilement être mutualisé avec un axe routier ou un axe ferroviaire dans ces zones.

L'impact sur les riverains de Paris est considéré comme faible car d'une part la ligne 14 y est déjà réalisée et exploitée, d'autre part il est estimé que le métro passera entièrement en souterrain pour ce qui est des prolongements de cette ligne dans Paris ; cela supprimerait la gêne sonore sur cet axe (Villejuif/Pleyel) à partir du moment où les vibrations sont bien traitées. Le nombre d'espaces verts et d'espaces protégés (Natura 2000) est également faible dans l'axe Massy - Villejuif - Pleyel à l'inverse des zones industrielles et commerciales. Cela contribue au fait que l'implantation du métro en aérien sur ces tronçons aura moins d'impact qu'ailleurs.

Une attention devra toutefois être apportée aux quelques espaces verts répertoriés à proximité de ces tronçons car ce sont des zones sensibles qu'il faut autant que possible préserver du bruit. Il s'agit, entre autre, du parc de la Seine-Saint-Denis, du parc forestier de Sevran, du parc de la Courneuve, des Berges de la Seine, de la cité-Jardin ou encore au sud de la réserve du Bassin de la Bièvre et du domaine de Vilgénis (voir chapitre faune et flore phase 1 pour l'ensemble des espaces verts recensés).

Zones les plus sensibles

L'étude des zones calmes en Ile-de-France montre qu'en cas du passage du métro en aérien, les impacts les plus forts sont à prévoir :

- axe est : Le Bourget - Clichy - Noisy, dans une moindre mesure axe Noisy-Villejuif
- axe ouest : Rueil-Versailles-Saclay, dans une moindre mesure axe Saclay-Massy

L'axe est est sensible à cause de la densité assez élevée de population qui sera observée en 2035 mais aussi l'absence d'axe routier transversal qui pourrait masquer le bruit du métro et la présence de plusieurs zones de parc à cet endroit (entre autres : les îles de la Marne, le massif de l'Aulnoye, le Parc de Sevran, la forêt de Bondy...). De plus, une augmentation assez importante de la population est envisagée, ce qui ajoutera un impact complémentaire lié à la densification en plus de celui généré par le métro seul.

L'axe ouest est particulièrement sensible car c'est là où se situe la plus forte densité de zones naturelles/de parc/forêts (entre autres : la forêt domaniale de Malmaison, l'île de Puteaux, le parc du château de Bécon, le domaine de Versailles, la forêt de Fausses Reposes...). Dans le cadre de la préservation des zones de calmes (voir point suivant), il semble donc que ce soit cette zone qui pourrait être la plus détériorée par le projet en aérien. Ceci d'autant plus que les possibilités de mutualisation avec des axes de transport existants à cet endroit sont faibles.

Au sud-ouest, l'augmentation prévisible de population est moindre sauf à Saclay, ce qui réduira légèrement l'impact à prévoir sur les milieux naturels et agricoles de cette zone. En outre, il paraît envisageable de mutualiser le tracé du métro entre Massy et Saclay avec la D36, ce qui réduira son impact en cas de passage aérien.

Analyse des impacts indirects du projet de métro

★ Impact sur le bruit généré par le trafic routier

Un des objectifs du projet du métro automatique du Grand Paris est de réduire le trafic routier, ce qui, à première vue, aurait comme effet de réduire le niveau sonore généré par le trafic routier.

Le modèle utilisé pour l'estimation de l'impact sur les déplacements routiers est un modèle stratégique à l'échelle de la région qui ne modélise pas dans le détail les phénomènes de « débordement » des axes principaux dans les quartiers. Or

du point de vue du bruit, c'est précisément là que l'effet sera le plus important puisque les variations de flux peuvent y être très importantes relativement au flux présents. En effet, sur une autoroute, une diminution de plusieurs centaines de véhicules/heure n'aura pas d'impact significatif sur le bruit perçu alors que sur une voirie de quartier, une diminution de quelques dizaines de véhicules/heure peut engendrer une réduction importante du bruit. C'est pourquoi l'impact du projet sur le bruit routier est, certes, étudié à l'échelle régionale, sur base des cartes de bruits stratégiques réalisées, mais cet impact est également étudié de manière plus qualitative et plus locale à l'échelle du quartier mitoyen d'une future gare.

Impact sur le bruit routier à l'échelle régionale

L'impact du bruit routier à l'échelle de l'Ile-de-France a été analysé sur base de deux types de cartographies : le classement des infrastructures routières pour la situation en 2035 avec et sans projet afin d'étudier, par différence, l'impact du projet, et les cartes d'isophones en période jour (6h-22h) qui permettent d'estimer la population qui sera soumise aux différentes plages de niveaux sonores. Les cartes de classement sonores avec et hors projet sont fournies en annexe.

Si ces cartes permettent une vision globale du réseau routier d'Ile-de-France (ce qui est une première car à l'heure actuelle les Observatoires du Bruit des différents départements n'ont pas encore été mis à disposition et rassemblés en une seule carte commune à l'échelle de la Région), aucune différence significative n'est observée entre la situation 2035 avec et hors projet. Les cartes de classement réalisées pour le bruit routier à l'échelle régionale avec et sans projet montrent, en effet, que l'impact du projet sur les grands axes est négligeable avec moins de 1 dB(A) de variation constatée. Cela est logique vu les faibles variations de vitesses et de trafic prévisibles (maximum de l'ordre de 2%). Une diminution de quelques centaines de véhicules par heure sur des trafics de plusieurs milliers de véhicules n'engendre, en effet, que peu de variation de bruit. La carte de différence et les tableaux ci-après confirment cette analyse avec des niveaux sonores à proximité des voiries qui ne seront que très peu modifiés suite au projet.



 Fuseau

Réseau routier 2035
Différence de niveau sonore *
entre situation avec et sans projet
(dB)

-  -10 - -5
-  -7 - -3
-  -2 - -1
-  0
-  +1
-  +2 - +4
-  +5 - +10

** LAeq (6h-22h) calculé à 10 mètres en bordure de voirie, tel que défini par l'arrêté du 30 mai 1996*

Figure III.3.1-10: Evolution du niveau sonore diurne en bordure de voirie en 2035 suite à la mise en œuvre du projet (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)

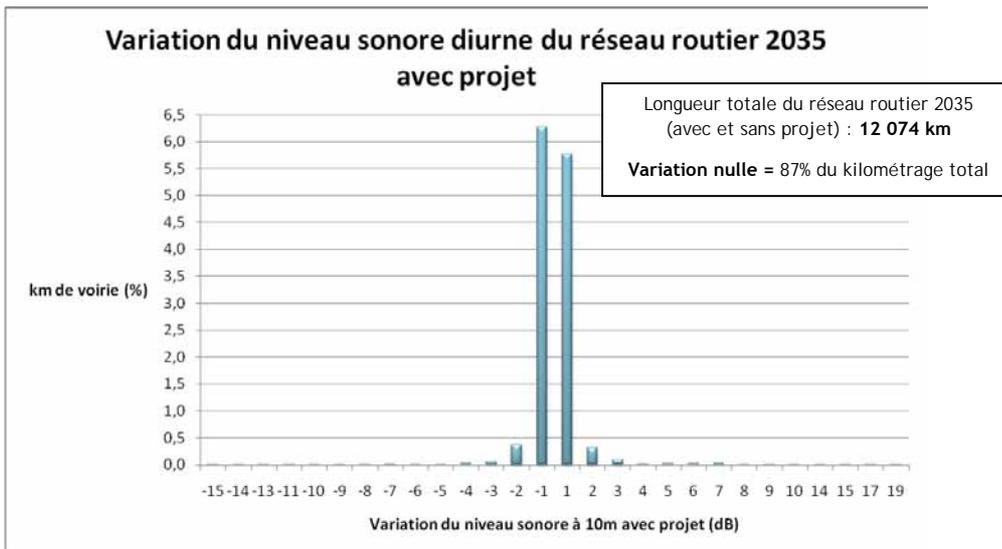


Figure III.3.1-11 : Variation du niveau sonore diurne (6h-22h) sur l'ensemble du réseau routier entre la situation 2035 avec et sans projet (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)

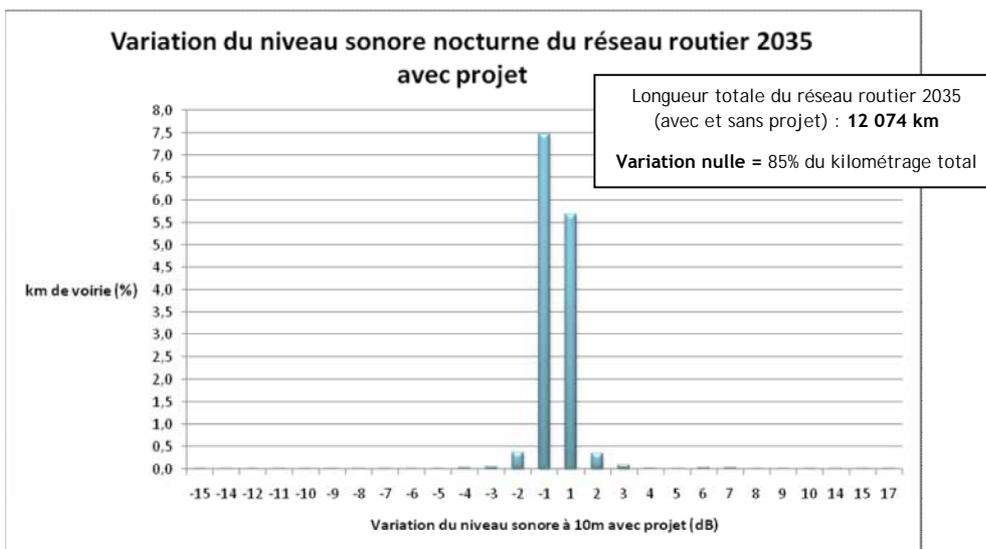


Figure III.3.1-12 : Variation du niveau sonore nocturne (22h-6h) sur l'ensemble du réseau routier entre la situation 2035 avec et sans projet (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)

Les graphiques ci-dessus montrent qu'une très grande majorité du réseau routier subira un impact inférieur à +/- 1 dB(A) suite au projet. Compte tenu qu'une différence de niveau sonore inférieure à 1 dB(A) est inaudible pour l'oreille humaine, cela signifie que le projet n'aura pas d'impact significatif sur le bruit pour 85 à 87 % du réseau routier. 12 à 13 % du réseau routier en 2035 pourrait voir leur environnement sonore varier de 1 à 2 dB(A), ce qui reste très faible comme variation. D'autre part, à peine 1% du réseau routier en 2035 pourrait subir des variations supérieures à +/- 2 dB(A).

Enfin, les variations observées sont relativement neutres puisque les pourcentages d'amélioration ou de détérioration sonores sont globalement équivalents.

Evolution de la classification sonore des voiries avec et sans projet (2035)

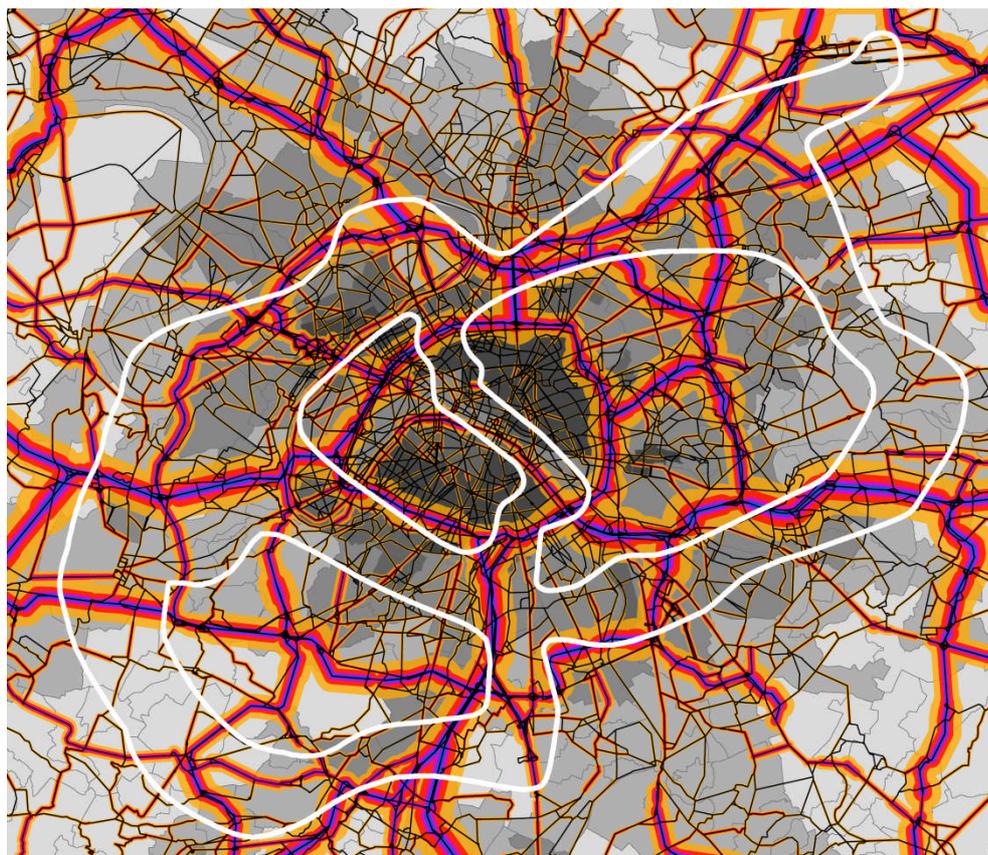
	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4	Catégorie 5	Total réseau routier
	LAeq _{nuit} > 76 et/ou LAeq _{jour} > 81	71 < LAeq _{nuit} ≤ 76 et/ou 76 < LAeq _{jour} ≤ 81	65 < LAeq _{nuit} ≤ 71 et/ou 70 < LAeq _{jour} ≤ 76	60 < LAeq _{nuit} ≤ 65 et/ou 65 < LAeq _{jour} ≤ 70	55 < LAeq _{nuit} ≤ 60 et/ou 60 < LAeq _{jour} ≤ 65	
km de voirie 2035 sans projet	1016.8	1036.6	2990.8	3857.3	1816.3	10717.8 km
km de voirie 2035 avec projet	1017.9	1036.6	2977.6	3865.7	1814.8	10712.6 km
variation avec projet (km)	+1.1	0	-13.2	+8.4	-1.5	-5.2
variation avec projet (%)	+0.11	0	-0.44	+0.22	-0.08	-0.05

Tableau III.3.1-9 : niveaux sonores pour un métro de type MP89 (Source : données RATP 2010)

L'évolution de la classification des voies confirme l'analyse avec très peu de variations observées (moins de 1%). Le tableau III.3.1-9 montre toutefois que les catégories 3 et 4 constitueront plus de 60 % du réseau routier en Ile-de-France en 2035, soit des niveaux sonores LA_{eq} associés compris entre 65 et 76 dB(A) de jour (6h-22h) et 60 à 71 dB(A) de nuit (22h-6h). A noter que ces valeurs sont relativement élevées et sont supérieures aux valeurs limites de la norme relative aux bâtiments d'habitation. En d'autres termes, cela signifie que plus de 60% des voies étudiées dans la présente étude ne sont pas propices à l'implantation de bâtiments d'habitations à 10m ou moins de ces dernières.

Analyse de la population impactée par le bruit routier

L'analyse de la population impactée par le bruit routier a été effectuée sur base de cartes isophones pour la période de jour (6-22h). La figure III.3.1-14 montre le résultat obtenu pour la situation 2035 avec projet.



** LAeq(6h-22h) calculé par le groupement pour la situation 2035 avec projet*

Figure III.3.1-13 : Croisement des données de densité de population communale en 2035 avec les isophones relatifs au réseau routier en période diurne, situation avec projet (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)

Les axes routiers les plus influents en matière de bruit sont les axes autoroutiers et les axes de contournement de Paris (A86, Francilienne, Périphérique) présentant des flux importants. De manière globale, l'ensemble de la région est très impacté par le bruit routier qui épargne peu de zones. Les zones les plus soumises au bruit sont celles situées dans un rayon de 5 à 10 km de la ville de

Paris. Il s'agit aussi des zones qui seront les plus peuplées en dehors du centre ville. Seules les zones extrêmes est et sud-ouest de la région parisienne présentent moins d'axes routiers, et donc à priori moins de bruit.

Le calcul de la population exposée a été réalisé en croisant les données de densité de population avec les surfaces calculées par « tranches de niveaux sonores ». Les résultats sont donnés en annexe pour information.

La méthode utilisée montre qu'en période de jour la majorité de la population ($\approx 60\%$) est exposée à des niveaux LA_{eq} (6-22h) compris entre 60 et 70dB(A). Près de 20% serait exposée à des niveaux de bruits supérieurs à 70dB(A) et 20 % à des niveaux de bruit inférieurs à 60 dB(A) en période de jour. Toutefois, ces chiffres sont à prendre avec précaution car la méthode utilisée surestime légèrement l'exposition au bruit des personnes en 2035, principalement à cause du fait que l'impact des immeubles et de la topographie dans la propagation du bruit n'a pu être pris en compte dans le modèle. En revanche, la variation de population exposée est plus juste car il s'agit d'une estimation faite par différence. Cette variation étant très faible ($<1\%$), l'impact du projet sur le bruit routier sera quasi-nul car le nombre de population exposée par plage de niveau sonore peu.

Une étude spécifique pour chaque tronçon du réseau avec prise en compte de la topographie et du bâti dans la propagation du son devra être réalisée pour une plus grande précision.

Conclusion

Le projet de métro automatique n'aura pas d'impact significatif sur le bruit routier des grands axes car les variations induites par le projet ne sont pas suffisamment importantes pour faire varier les niveaux sonores générés par le trafic routier de manière significative.

A noter cependant que cela est sans considérer d'autres mesures qui pourraient être prises pour le bruit routier en accompagnement du projet du métro comme la mise en place d'écrans anti-bruits, la mise en souterrain de certains tronçons de route ou encore une réorganisation de l'aménagement urbain. Ces mesures permettraient une réduction du bruit pour les grands axes routiers.

Impact sur le bruit routier à l'échelle du quartier

Le modèle d'analyse des nuisances sonores à l'échelle régionale ne permet pas de montrer les effets de l'implantation des gares sur l'évolution de la circulation locale et ses conséquences en termes d'émissions sonores. Pourtant, la gare agit comme un pôle attracteur aussi bien des transports publics de rabattement (taxis, bus) que des transports privés (voiture particulière, deux-roues). D'autre part, les nouvelles activités susceptibles de s'installer à côté de ce pôle de transport pourront, elles aussi, générer un trafic sur les voiries locales plus important. C'est pourquoi l'accès aux gares ainsi que le développement des zones à leur proximité va induire un impact sonore potentiellement significatif sur les voiries de quartier. Ces impacts seront très probablement négatifs pour les voies existantes qui permettront l'accès aux gares, aux commerces et aux parkings de stationnement, en particulier aux heures de pointes.

Ce phénomène sera renforcé si :

- la gare est éloignée des habitations ;
- la gare accueille aussi une gare de bus ;
- aucun aménagement n'est fait sur les voies existantes pour supporter le flux et/ou améliorer les conditions de circulation (changement de revêtement, limitation vitesse...).

Si des voies nouvelles sont aménagées pour faciliter l'accès aux gares et désengorger des voies existantes, alors l'impact au niveau du quartier pourra être localement positif pour les rues les plus chargées actuellement. Cela demande toutefois une réflexion profonde dans l'aménagement et la localisation des nouvelles voiries car ces dernières seront également sources supplémentaires de bruit pour les riverains.

Pour avoir un impact positif lors de la réalisation d'une nouvelle voirie, il faudra donc reporter intelligemment le trafic (et donc le bruit) sur les axes les moins sensibles et éviter une urbanisation désorganisée qui aurait l'effet inverse escompté. Des plans de circulation bien pensés ainsi qu'une bonne organisation de l'espace urbain permettront aussi de « contrer » efficacement l'afflux supplémentaire de véhicules à prévoir auprès des gares et réduiront l'impact sonore local lié au projet.

Il faut aussi rappeler que chaque implantation de gare aura ses propres problématiques qui varieront selon :

- ses objectifs de développement prioritaires (urbanisation, développement pôles de compétence, desserte des aéroports et/ou de lieux spécifiques...);
- son environnement (milieu urbain plus ou moins dense, gare combinée avec gare ou infrastructure de transport existante, espaces verts...).

Des études acoustiques complémentaires seront nécessaires pour chaque projet d'implantation de gare afin de prendre en compte ces différents paramètres et quantifier précisément l'impact sonore lié à l'accessibilité des gares et l'augmentation de trafic induit par les projets de développement qui y sont associés.

Selon la typologie d'insertion de la nouvelle station, différents impacts sonores peuvent apparaître :

Insertion type (a) : nouvelle centralité autour d'une gare

Ce type d'insertion aura moins d'impact sur les riverains existants du fait de l'éloignement avec la voie ferrée. En outre, les nouveaux aménagements seront moins soumis à des contraintes techniques, pourront être totalement indépendants du centre ville et donc étudiés spécifiquement et maîtrisés pour réduire les impacts sonores. En revanche, l'éloignement de la gare va induire un trafic supplémentaire. Les accès de la gare doivent donc être bien étudiés pour ne pas induire une gêne sonore trop forte pour les nouveaux riverains.

Insertion type (b) ou (c) : élargissement du centre-ville, avec axe piétonnier pour le type (c)

L'élargissement du centre ville existant va induire plus de gêne pour les riverains existants du fait de l'augmentation du trafic lié à l'accès à la gare, le métro en lui-même mais aussi à la densification de la zone. La mise en œuvre d'un grand axe piétonnier permettrait cependant de réduire cet impact en limitant le nombre de véhicules. De plus, la localisation des zones commerciales et tertiaires à proximité des gares apporterait une protection contre le bruit pour les riverains existants et futurs.

Insertion type (d) : traitement de la coupure urbaine par une nouvelle ligne

Ici, les impacts sont dédoublés par rapport au type d'insertion de type (b). La seule manière de réduire l'impact d'une telle insertion est de mettre en place des zones tampons aux alentours des gares et de la voie pour limiter l'impact du projet sur les riverains existants et futurs.

★ Impact lié à l'implantation des gares

Outre leur impact sur le bruit routier de manière locale, les gares peuvent engendrer en elle-même du bruit en raison des annonces effectuées en gare, de leurs équipements techniques, de la forte fréquentation de piétons, des annonces effectuées sur les quais, des livraisons de poids lourds...

Annonces en gare

Dans les stations de métro, pour des questions de sécurité des clients et des agents, ainsi que pour l'information des voyageurs, des messages sont parfois émis. Toutefois, il s'agit d'annonces ponctuelles qui n'ont pas la fréquence observée dans les gares ferroviaires standards. Dans les stations de métros les annonces sont rares car la fréquence de métro est grande et les horaires sont connus. C'est pourquoi il est estimé que le risque de gêne sonore pour les riverains à cause des annonces effectuées en gare est très faible.

Il y a possibilité de gêne dans les deux cas suivants :

- le bruit ambiant, hors source ferroviaire, est inférieur à 60 dB(A) et le niveau équivalent (30 secondes) d'une annonce sur le quai de gare est supérieur à 60 dB(A) ;
- le bruit ambiant est supérieur à 60 dB(A) et le niveau équivalent (30 secondes) d'une annonce sur le quai de gare est supérieur de 10 dB(A) au bruit ambiant.

A noter que si les quais sont souterrains, la gêne sonore induite par les annonces sera nulle. Enfin, il existe des systèmes de transmission sonore qui possèdent une position de nuit. Les annonces sont ainsi moins fortes à cette période.

Equipements techniques

Les équipements techniques des gares et tout autre commerce, immeubles de bureaux, parkings s'implantant à sa proximité devront respecter les critères imposés par la réglementation française en matière de bruit de voisinage et d'installations classées pour ne pas créer une nuisance sonore pour les riverains mais aussi les usagers des différents établissements. Lors de la conception des projets, les équipements techniques devront donc faire l'objet d'une attention

particulière pour optimiser leur localisation, leurs niveaux de bruit et les traitements qui y seront apportés.

Afflux supplémentaires de piétons

La fréquentation des gares et établissements connexes va induire une augmentation significative de la circulation piétonne et donc potentiellement des nuisances sonores supplémentaires.

★ Impacts liés à la densification de la population

La densification ou le développement des quartiers résidentiels autour des gares va également induire des effets potentiellement néfastes pour l'environnement sonore tels que :

- augmentation du trafic routier (donc augmentation potentielle du bruit) ;
- augmentation des bruits de voisinages.

Conclusion

A ce stade de l'étude il semble que les impacts les plus importants à l'échelle locale seront observés :

- dans les zones urbaines ou semi-urbaines où aucune gare ni zone commerciale n'est implantée ;
- dans les zones de coupures entre deux zones urbaines ;
- dans les zones situées à proximité d'espaces verts si le développement de la gare est associé à une urbanisation importante de la zone.

Les zones de calme : un enjeu majeur

Il est considéré que les zones actuellement calmes existantes en région Ile-de-France doivent être conservées. En effet, ces zones constituent un véritable enjeu de santé publique et de préservation de la nature.

Cette préoccupation est récente mais va sans nul doute prendre une ampleur sans précédent dans les prochaines années car s'intègre totalement dans les démarches actuelles de développement durable, de recherche du bien-être et d'écologie (pour rappel, le bruit est considéré comme la première pollution par les français). L'IAURIF a réalisé une vaste étude à ce sujet en 2006 pour montrer l'intérêt de conserver et de développer les zones de calme. Ce rapport regroupe également les expériences et études européennes en matière de zones calmes.

Ces dernières auraient des propriétés curatives, lorsqu'elles sont associées à une zone d'espace vert, elles permettent entre autre:

- d'évacuer le stress et la fatigue ;
- de faire de l'exercice physique ;
- de créer des contacts sociaux ;
- de faire des activités nécessaires au bon développement des enfants ;
- de stimuler le développement personnel (meilleure concentration)...

Les personnes sont en forte demande pour fréquenter des zones calmes, surtout celles qui subissent du bruit chez elles. Lorsque l'on rapproche cela avec les effets potentiels du bruit sur la santé, on comprend à quel point la conservation/création de zones calmes est importante. Chaque pays a son approche spécifique et sa définition pour les zones calmes.

De manière générale, une zone calme est associée aux niveaux de bruits suivants :

- 40 à 50 dB(A) maximum en milieu urbain
- 30 à 40 dB(A) maximum en milieu rural
- 30 dB(A) pour les zones de protection naturelle

En effet, les études s'accordent toutes pour dire que la notion de calme varie en fonction du lieu où la personne se trouve (facteur non acoustique).

Les indices utilisés pour l'évaluation du bruit en zone calme ne sont pas encore uniformisés au sein de l'Europe. Plusieurs études s'accordent à dire que l'indice L_{den} ou LA_{eq} (24h) permettent une bonne évaluation du bruit pour les zones calmes. Si l'on considère que les zones calmes sont surtout fréquentées en journée, l'indice LA_{eq} jour (6-22h) peut aussi avoir son intérêt.

Enfin, l'indice LA_{90} est également proposé car il représente bien le niveau de bruit minimum observé sur une période (niveau sonore dépassé pendant 90% du temps). L'étude de la différence entre le LA_{eq} et le LA_{90} permettrait donc d'étudier « la stabilité » du calme et les sources plus ponctuelles.

D'autres réflexions, pistes sont abordées dans l'étude IAURIF pour développer et favoriser l'apparition de zones de calmes, quelques unes sont listées ci-après mais pour une analyse plus en détail, il est conseillé de se référer au rapport complet :

- il est nécessaire de maintenir autant que possible une qualité acoustique de l'environnement en adéquation avec les usages escomptés ;
- les zones de calmes doivent être situées, de préférence, à proximité des lieux d'habitation pour être accessibles au plus grand nombre sans nécessiter de déplacement automobile ;
- une approche pluridisciplinaire est nécessaire pour créer des zones et des lieux calmes dans les agglomérations (collaboration étroite entre architectes, paysagistes, urbanistes et acousticiens) ;
- les zones de calmes doivent être bien gérées et faire l'objet d'une surveillance continue avec une évaluation régulière du bruit par les pouvoirs publics ;
- les zones de calme doivent être mises en valeur pour leur bénéfice en matière de santé mais aussi leur valeur sociale. Il faut donc sensibiliser le public à l'importance du calme et créer éventuellement des « labels silence » ou des « zones de protection naturelle silencieuses » ;
- une des stratégies à adopter pour les zones de calme est d'optimiser les sons naturels de l'environnement (sons bio-phoniques et sons géo-phoniques (*)) et de réduire les bruits non souhaités ou liés à l'activité humaine ;
- il est souhaitable de faire des efforts particuliers pour préserver l'environnement sonore des parcs nationaux et autres zones remarquables protégées au nom de la biodiversité.

(*) respectivement sons générés par des êtres vivants et sons d'éléments naturels non vivants

Conclusion

Dans le cadre du présent projet, il est fortement recommandé de faire de la conservation et du développement de zones calmes une priorité majeure du projet car cela donnera, d'une part, une bonne image de marque au projet mais permettra aussi de compenser les impacts négatifs du projet sur certains riverains en leur mettant à disposition des zones calmes où ils pourront se ressourcer. A noter que cette démarche implique de porter une attention toute particulière à proximité des zones calmes existantes, en particulier les espaces verts publics et les zones à haute valeur biologique (Natura 2000) qui doivent être associés à des niveaux de bruit les plus faibles pour optimiser leurs vertus et les valoriser aux yeux des usagers.

Les zones les plus sensibles sont répertoriées de manière exhaustive dans le chapitre Faune et Flore de la Phase 1 qui donne pour chaque tronçon les espaces verts à préserver. Pour les zones présentant le plus d'intérêt au niveau biologique et les plus grandes surfaces, un niveau de 30 dB(A) est conseillé. Or, les calculs du chapitre précédent ont montré qu'en voie aérienne et sans obstacle, il faut prévoir au moins une distance de 2km par rapport à la voie pour limiter l'impact des métros à 40 dB(A) en heure de pointe.

Si on veut un jour que ces objectifs soient atteignables, il faut donc prévoir d'office de :

- réaliser des études précises pour les zones de parc public ou à haute valeur biologique présentant les surfaces les plus importantes afin d'établir un bilan sonore précis de ces zones et pouvoir ensuite prendre les mesures adéquates
- contourner largement les zones de parc ou éventuellement coupler la voie avec un axe routier en cas de tracé aérien.
- prévoir systématiquement le métro en souterrain en cas de traversée de grands espaces verts

A noter que l'implantation d'arrêts en souterrain à proximité de certains espaces verts pourrait permettre de les valoriser tout en évitant un afflux massif de véhicules.

Propositions de mesures d'évitement et de réduction

Dans un premier temps, les mesures spécifiques au projet sont précisées. Les mesures plus globales de réduction de bruit et de bonnes pratiques pour une urbanisation la moins nuisible d'un point de vue sonore sont précisées en annexe V.3.7 pour information. Enfin, les principales mesures sont synthétisées sous forme de tableau.

★ Mutualisation entre axe routier et trafic en surface du métro

Il est souhaitable que les tronçons en surface du métro soient combinés avec des axes routiers importants, idéalement en intercalant les axes routiers entre les voies de métro et les riverains. En effet, ainsi, le bruit du trafic routier masquerait totalement ou en partie le bruit généré par le métro, ce qui limiterait la gêne sonore. La carte ci-dessous montre les axes pour lesquels une mutualisation des axes semble possible à ce stade de l'étude.

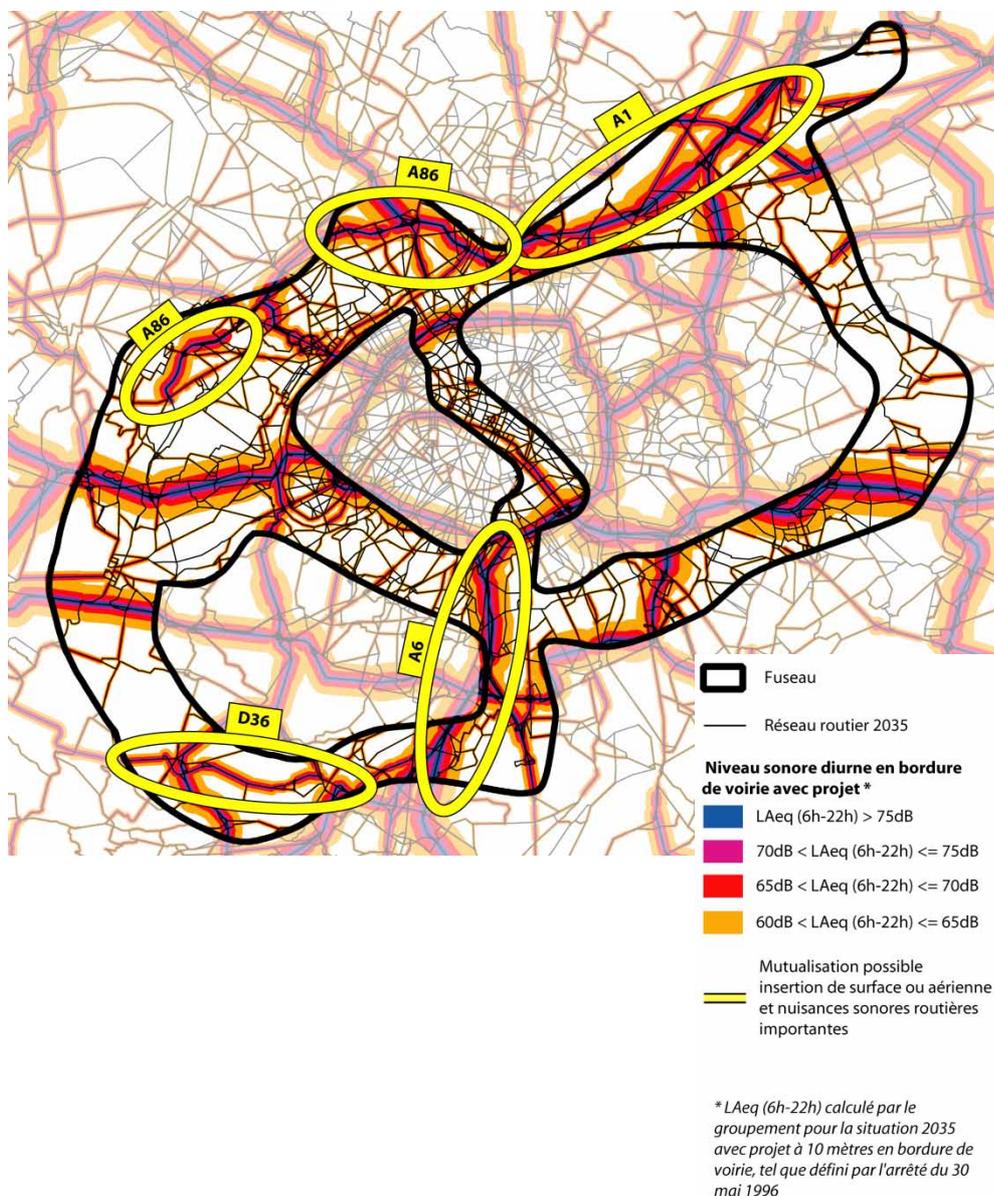


Figure III.3.1-14 : Zones de mutualisation possible d'un passage en surface du métro avec les axes routiers à fortes nuisances sonores (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)

Il s'agit principalement de :

- l'autoroute A1 avec le tronçon Pleyel<>Roissy ;
- l'autoroute A86 avec le tronçon Pleyel<>La Défense et le tronçon La Défense<>Rueil ;
- l'autoroute A6 avec le tronçon Orly<>Villejuif ;
- la départementale D36 avec le tronçon Saclay<>Orly.

★ Mutualisation entre axes ferroviaires et trafic en surface du métro

De même qu'associer la voie de métro à un trafic routier, le tracé du métro en aérien pourrait également être associé à une infrastructure ferroviaire existante. En effet, outre un impact moindre si un trafic ferroviaire est déjà existant à proximité, ces combinaisons permettraient de mutualiser les éventuelles mesures anti-bruits à mettre en œuvre, partageant ainsi les coûts pour les différentes structures et réduisant le bruit pour l'ensemble des deux trafics.

★ Limitation des tronçons en surface / passage en souterrain pour les zones les plus sensibles

Dans l'optique de préserver les zones calmes existantes, en particulier les zones d'espaces verts publics, il est souhaitable :

- d'éviter au possible la mise en place d'un tronçon en aérien, que ce soit au sol ou en viaduc, à moins de 2 km des grands espaces verts publics de type et des zones protégées type Natura 2000 (voir chapitre faune et flore) ;
- de contourner les autres espaces verts en mutualisant au possible la voie aérienne avec des routes existantes ;
- de prévoir systématiquement le passage en souterrain en cas de traversée d'espaces verts publics.

★ Autres mesures pour les parties en surface

- Préférer les tracés via les zones industrielles et/ou commerciales

- Définir une distance minimum entre zone d'habitations et voie de métro.

Cela nécessite de réaliser des études spécifiques complémentaires pouvant prendre en compte le trafic exact, le bâti et la topographie des lieux.

A ce stade de l'étude et pour une vitesse de 60km/h, les évaluations des impacts ont montré que la distance minimum souhaitable serait comprise entre 25 et 40 m.

- Prévoir mesures contre la propagation du bruit type écrans, butte de terre, recouvrement partiel des voies... (voir annexe)

★ Autres mesures

Quelle que soit la source sonore concernée, les mesures de réduction du bruit peuvent intervenir à la source, sur le chemin de propagation ou au point récepteur.

Schéma de classification des différents types de mesure

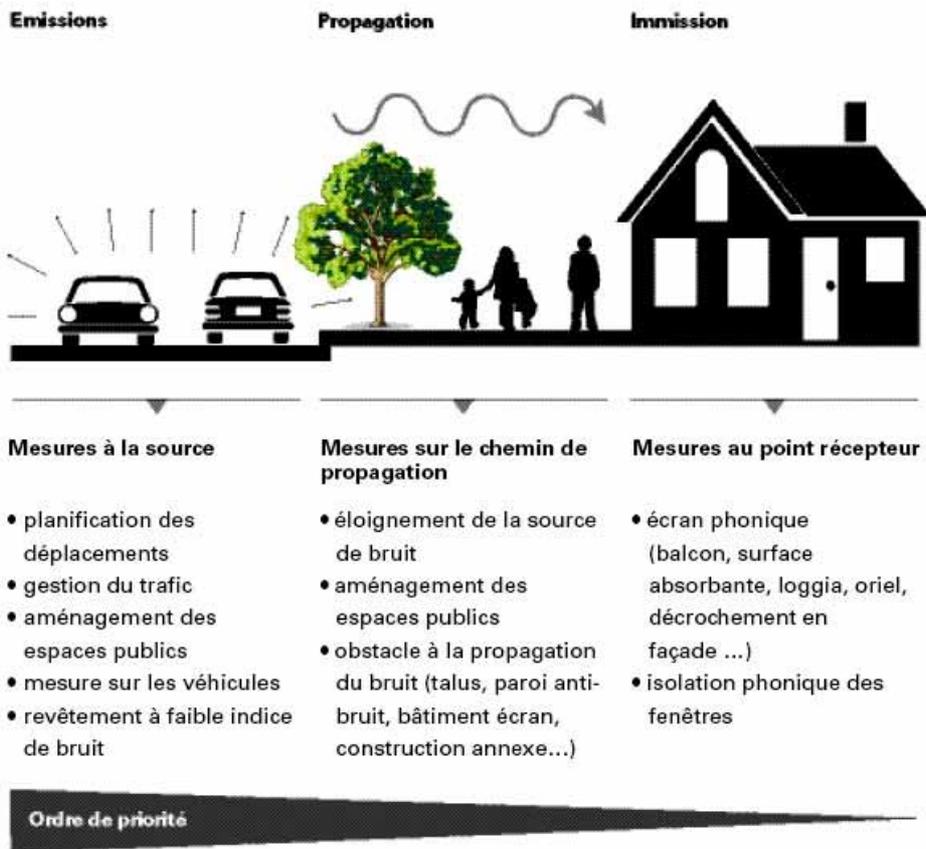


Figure III.3.1-15 : Bruit du trafic routier (Source : Assainissement- Département de la sécurité et de l'environnement du Canton de Vaux (Suisse), avril 2007)

Les principales mesures envisageables pour réduire le bruit du métro et des axes routiers les plus gênants ainsi que le ratio coûts/performance sont détaillées en annexe et synthétisées dans le tableau ci-après.

★ **Impacts résiduels après la mise en place des mesures**

Malgré toutes les mesures qui peuvent être prises, l'impact sonore du projet ne sera pas nul. Il est cependant impossible de définir, à ce stade de l'étude, l'impact résiduel suite aux mesures.

★ **Exemples de mesures compensatoires**

Il n'existe pas vraiment de mesures compensatoires qui pourraient être proposées à ce stade de l'étude. L'aménagement de zones calmes à proximité des habitations compenserait en partie l'impact éventuel négatif du projet pour les riverains.

Tableau de synthèse des mesures

Tableau III.3.1-10 : Synthèse des mesures proposées pour le volet bruit

Type de mesure	Sources concernées	Mesures proposées	Impacts à prévoir
Mesures à l'émission	Métro	Mutualiser les portions de métro en aérien avec des axes routiers et/ou ferroviaires existants	+
		Actions sur le matériel ferroviaire (freins composites, blocs moteurs silencieux, équipements anti-vibratiles, pneumatique pour réduire vibrations...)	+ à ++
		Prévoir des infrastructures sur systèmes anti-vibratiles aux endroits les plus sensibles	+++
		Choisir les équipements de voies les moins bruyants comme l'utilisation de ballast, de traverses en béton, mise en place d'absorbeurs...	+ à ++
		Faire une bonne maintenance des rails et du matériel	+
		Limiter au maximum les aiguillages	+
	Routes	Mettre en place des plans de circulation prenant en compte la dimension bruit	+ à ++
		Remplacer les revêtements vétustes par des revêtements drainant	+
		Agir sur les flux comme limiter les vitesses sur certains axes, interdire la circulation aux poids lourds sur les axes où l'on veut une réduction du bruit...	+ à ++
Mesures dans le chemin de propagation	Métro	Tracé en souterrain pour les zones les plus sensibles (forte densité de population, proximité des voies avec les logements et/ou zones de parc /d'espaces verts)	+++
		Passages en aérien dans zones industrielles	++
	Métro et routes	Définir une distance minimum pour construire des habitations à proximité des routes et/ou de l'infrastructure du métro	+++
		Couverture partielle des voies	++
		Ecran acoustique ou butte de terre le long des voies	++
		Bien organiser l'urbanisation des zones en utilisant les bâtiments comme écrans acoustiques par rapport aux voies	+++
		Mettre en place des zones tampon entre le bruit et les zones de parc ou à haut intérêt écologique	+++
		Agir au niveau de la conception des bâtiments en localisant les locaux de services côté bruit ou en faisant en sorte que les jardins soient protégés...	+++
		Ajouter des sources de bruit « agréables »	+
Créer des zones de calmes en intérieurs d'îlot	+++		

III.3.2 Volet vibration

Rappel : les vibrations résultent de la propagation d'ondes mécaniques dans le sol suite à des chocs provenant de diverses origines. L'analyse repose sur le triptyque source-vecteur-cible.

Réglementation

La réglementation relative aux vibrations mécaniques est parcellaire et principalement orientée sur la santé au travail.

La réglementation française s'appuie sur la Directive 2002/44/CE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (vibrations). Cette directive a été retranscrite en droit français dans le Code du Travail (articles R231-117 à 124).

La réglementation relative aux ICPE prend en compte l'aspect vibrations dans le sens où les installations ne doivent pas produire de vibrations à l'extérieur de l'enceinte où elles sont situées. En cas de production de vibrations, des mesures compensatoires doivent être prévues dans l'étude d'impact.

Il n'existe pas de réglementation formalisée pour les vibrations produites par les infrastructures de transport, en phase chantier et en phase exploitation. Néanmoins, c'est une problématique qui est prise en compte dans les projets récents en réponse à une demande grandissante du corps social.

Les outils de mesure des vibrations se sont développés et différents seuils ont été définis pour la santé au travail. Ces seuils ne sont pas applicables dans la problématique qui nous concerne car ils concernent les personnels en contact direct avec les éléments vibrants, en particulier les conducteurs d'engins de chantier. De plus, les mesures récentes effectuées sur des infrastructures en service montrent que les niveaux vibratoires atteints sont largement en dessous de ces seuils.

Définition des types d'impacts potentiels du projet

★ Passage en aérien (sol et surélevé) en phase travaux

Les contacts entre l'infrastructure et le sol reposent sur les ancrages des ouvrages supportant les voies. Les zones de contacts sont plus importantes en passage au sol qu'en passage en aérien, mais la problématique est la même.

C'est au cours de la construction du projet que les émissions de vibrations sont les plus fortes. Il s'agit à la fois de créer l'espace devant recevoir l'infrastructure et de mettre en place cette dernière.

La création de l'espace d'implantation de l'infrastructure résulte de **travaux de terrassement** qui sont plus importants en passage au sol qu'en passage surélevé.

Ces travaux consistent :

- à déblayer les terrains en place pour positionner la future infrastructure,
- à mettre en place les ouvrages d'ancrage (aérien) et de fondation (au sol),
- à mettre en place les ouvrages de l'infrastructure.

❖ **Les sources**

Ces travaux nécessitent de creuser le sol sur une profondeur variable pouvant atteindre 10 à 15 m pour les ouvrages les plus profonds. **Cette opération de creusement est la source principale de vibrations.** Cette source est d'autant plus importante que la roche à terrasser est dure : il est de bon sens qu'un terrassement dans du sable à la pelle mécanique crée beaucoup moins de vibrations qu'un terrassement au brise-roche et/ou à l'explosif dans du calcaire dur. La **circulation des engins sur le chantier est une autre source de vibrations** importante.

❖ **Les vecteurs**

Les vecteurs de vibrations sont les terrains en place. Plus la distance entre la source et la cible est importante, moins les vibrations perceptibles au niveau de la cible sont importantes. Il existe, en effet, une atténuation de l'amplitude du phénomène vibratoire en fonction de la distance parcourue par ce phénomène. Par ailleurs, ce vecteur « terrains en place », aussi important, peut se traduire par la nature (structure, texture, porosité et degré d'hétérogénéité) des sols et des roches. Ainsi, en fonction de la nature des formations, les amplitudes de vibration sont très variables. Les caractéristiques mécaniques (densité, rigidité, compressibilité), la géométrie des formations (empilement, remplissage de fond de vallée, ...) peuvent aggraver les effets des mouvements vibratoires.

❖ **Les cibles**

C'est sur les cibles que se définissent les impacts potentiels des vibrations. Elles sont nombreuses et peuvent être classées dans les catégories suivantes :

- les bâtiments et ouvrages : les vibrations sont transmises par le sol aux fondations ou aux ancrages qui les répercutent dans la superstructure. Elles peuvent alors déstructurer les ouvrages en place et provoquer des instabilités jusqu'à l'effondrement,
- les personnes : la perception est faite soit, directement par le sol, soit, indirectement par l'intermédiaire d'un ouvrage ou d'un bâtiment.

Les impacts potentiels vont donc **de la fragilisation des ouvrages à leur destruction totale. Pour les personnes, ils consistent en des effets plus ou moins importants sur la santé : troubles du sommeil, troubles neurologiques.**

Plus la densité des cibles est forte, en pratique plus la zone est fortement urbanisée, plus l'incidence potentielle du projet est forte.

★ **Passage en aérien (sol et surélevé) en phase exploitation**

La circulation des rames est la seule source de vibrations potentielle en cours d'exploitation. Les autres éléments mobiles de l'infrastructure (ascenseurs, portes mobiles) sont trop petits, en volume, par rapport aux superstructures pour engendrer des vibrations perceptibles.

La circulation en ligne droite n'engendre quasiment pas de vibrations. Seules les discontinuités de la voie, les jonctions entre rails en particulier, sont susceptibles d'engendrer des vibrations. Un métro sur rails en métal (fer ou autre) et roues métalliques engendre plus de vibrations de ce fait qu'un métro sur pneumatiques. Les chocs dus aux discontinuités de la voie sont amortis fortement par les pneumatiques et rares sont les vibrations perçues pour un métro sur pneus.

C'est dans les virages et les singularités de la voie (connexions avec d'autres voies, aiguillages) que résident les principales sources potentielles de vibrations. En effet, le passage de la rame engendre des contraintes mécaniques fortes sur la voie et ses ancrages qui peuvent se répercuter au-delà au niveau des terrains en place.

★ *Passage en souterrain en phase travaux*

L'analyse est la même que celle décrite ci-dessus. Cependant, les sources potentielles de vibrations sont beaucoup plus importantes. En effet, le creusement d'un tunnel et de ses annexes (gares, galeries de service et d'aération) engendre des atteintes beaucoup plus importantes à la structure géologique en place que les ancrages superficiels, et donc des vibrations potentiellement plus importantes.

★ *Passage en souterrain en phase exploitation*

L'analyse est la même que celle décrite ci-dessus. La seule différence est que la superstructure du tunnel et des ouvrages annexes constituent des amortisseurs de vibrations. En effet, le tunnel et la voie sont inclus dans un cylindre en béton qui intercepte et disperse une partie des vibrations avant de les transmettre aux terrains géologiques en place, de sorte que les vibrations émises par la circulation du métro sont fortement atténuées.

Analyse des impacts du projet

L'analyse sera menée par tronçon sur la base des tronçons définis en phase 1. Les cibles principales étant les personnes et les bâtiments, l'analyse des impacts sera menée en raisonnant sur la densité du bâti superficiel et sur la nature de celui-ci. Il n'y aura pas de distinction de type bureaux / logements, cette distinction étant difficile à faire à ce stade et à l'échelle du projet. En revanche, les bâtiments remarquables pour diverses raisons seront distingués.

D'une manière générale, les zones densément urbanisées sont des zones sensibles aux vibrations, tant du point de vue de la structure des bâtiments que des nuisances aux personnes.

Les vibrations sont des éléments temporaires car les sources sont toujours temporaires. Les dégâts produits aux bâtiments sont en revanche pérennes. Les nuisances engendrées par les vibrations sont elles aussi temporaires mais peuvent provoquer des troubles de santé de longue durée.

Les vibrations de la phase travaux sont liées à l'existence du chantier, par définition limitée dans le temps.

Les vibrations de la phase exploitation sont liées au passage des rames : elles existent sur une courte durée (moins d'une minute) répétée plusieurs fois dans une journée. Elles ne sont interrompues que par l'arrêt de l'exploitation.

★ *Passage aérien (sol et surélevé) en phase travaux*

❖ *Saclay - La Défense*

Sur ce tronçon, la densité du bâti superficiel est extrêmement variable. Elle est très dense dans l'agglomération de Versailles et au Nord de Saint-Cloud - Rueil-Malmaison. Elle est faible, voire très faible, sur le plateau de Saclay, à l'Ouest de Versailles et au niveau de la Forêt de Fausses-Reposes.

Les bâtiments particulièrement sensibles sont :

- le **Château de Versailles** et ses dépendances pour son aspect patrimonial,
- les **installations militaires de Satory**,
- le **synchrotron Soleil**, inauguré en 2006, dont certaines expériences pourraient être perturbées par les vibrations (la sensibilité réelle sera à apprécier lors d'études d'impact du projet ultérieures),
- les **écoles et leurs laboratoires**, dont certaines expériences pourraient être perturbées par les vibrations : Ecole Polytechnique et Institut d'Optique (Palaiseau), SUPELEC (Gif-sur-Yvette).

❖ **La Défense - Pleyel, Pleyel - Le Bourget, Pleyel - Villejuif, Villejuif - Boulogne Billancourt, Descartes/Noisy - Villejuif, Villejuif - Orly - Saclay**

Ces tronçons sont très densément urbanisés. Les territoires sont donc très sensibles aux vibrations, en particulier pendant la phase chantier. Les risques d'atteintes aux bâtiments (principalement fissuration, écroulement à l'extrême) sont potentiellement importants. Tous les travaux d'ancrage ou de mise en place de l'infrastructure sont susceptibles d'émettre des vibrations. Le périmètre de perception des vibrations autour de la source dépend fortement du terrain en place et de la nature des travaux :

- dans des matériaux peu cohérents (sables, marnes, argiles), l'amplitude des vibrations est sensiblement atténuée par la nature des matériaux. Le périmètre de perception sera réduit à quelques mètres, quelques dizaines de mètres au maximum,
- dans les matériaux cohérents (calcaires), l'atténuation est réduite, voire nulle. Les effets des vibrations sont donc plus importants. Le périmètre de perception sera plus grand, de quelques dizaines de mètres à quelques centaines de mètres,
- la manipulation de matériaux à la pelle mécanique ou au bulldozer crée peu de vibration car les organes de la machine ne frappent pas le sol en place. En revanche, l'intervention d'un brise roche hydraulique (BRH) crée beaucoup de vibrations : la progression du brise roche résulte de la fracturation du terrain en place suite à des coups portés par la pointe de l'outil,
- les opérations de tassement sont aussi productrices de vibrations. Les machines tassent, soit uniquement par pression, soit par pression accompagnée de vibrations. Dans le second cas, la production de vibrations peut être importante.

Les installations du port de Gennevilliers constituent la principale zone sensible de ce secteur. En effet, le port pétrolier comporte des installations classées SEVESO à risque d'explosion. Les vibrations sont susceptibles de produire des fuites de produits inflammables. Les silos des Grands Moulins de Paris sont aussi des installations sensibles aux vibrations.

❖ **Le Bourget - Roissy CDG**

Ce tronçon présente des zones faiblement urbanisées, en particulier au Nord de l'autoroute A1. Il comprend cependant l'intégralité des installations de l'aéroport du Bourget et une partie de celles de Roissy-CDG qui sont sensibles du point de vue des vibrations.

La partie Sud de ce tronçon est très densément urbanisée. Les éléments ci-dessus sont valables pour ce tronçon.

❖ **Le Bourget - Descartes/Noisy**

Ce tronçon est une zone mixte entre des zones très densément urbanisées, situées en particulier sur la frange Est et Sud du fuseau et des zones moyennement urbanisées constituant le reste du fuseau.

Phase exploitation

Les éléments précisés pour la phase travaux sont valables pour la phase exploitation. Les différences portent :

- sur l'intensité et l'amplitude des vibrations. Elle est nettement plus faible qu'en phase travaux, les chocs sur les terrains en place n'ayant pas pour vocation de les détruire,
- les modalités de production des vibrations :
 - un chantier est susceptible de produire beaucoup de vibrations dans une période donnée, mais très faiblement, voire aucune après,
 - l'exploitation est susceptible d'en produire à petite dose sur une grande partie de la journée, pendant tous les jours de l'exploitation.

L'incidence du projet est donc réduite de ce point de vue.

★ **Passage souterrain**

Les incidences du projet sont identiques à celles décrites pour le passage aérien. Cependant, le creusement d'un tunnel engendre des vibrations plus importantes que celles engendrées par le passage aérien. Le passage du tunnelier est susceptible d'affecter directement les fondations et les ancrages souterrains des ouvrages et bâtiments en place. L'impact du projet en termes de vibrations est donc plus important.

Propositions de mesures d'évitement et de réduction

Les mesures à prendre pour limiter la production de vibrations et en limiter les effets se définissent de façon précise une fois le tracé de l'infrastructure et de ses ouvrages annexes connu.

Cependant, d'une manière générale, les dispositions suivantes peuvent être prises :

- **Eviter dans la mesure du possible les zones les plus densément urbanisées** : cela permet d'éloigner l'infrastructure des bâtiments et des personnes, donc la source des cibles. Cette mesure est applicable pour les tronçons suivants : Saclay - La Défense, Le Bourget - Roissy CDG,
- **Privilégier les techniques de travaux peu ou non productrices de vibrations** : on cherchera à éviter l'emploi d'explosifs, gros producteurs de vibrations (l'explosif crée une onde de choc suffisamment puissante pour provoquer la rupture mécanique des éléments qui la subissent),
- **Organiser le chantier en recherchant la production minimale de vibrations : positionner les voies de circulation, entretenir la couche de roulement de ces voies (des études ont montré que une voie de chantier bien lisse permet de réduire de 50 % les vibrations par rapport à une voie**

non entretenue) ;

- **Utiliser des matériels permettant de limiter la production de vibrations :** certains matériels sont plus performants que d'autres dans ce domaine : on cherchera à limiter au maximum l'emploi de matériels fonctionnant par chocs et on privilégiera les matériels fonctionnant par mouvement continu sans à coup,
- **Faire réaliser des études vibratoires complètes comprenant au moins les étapes suivantes :**
 - Caractérisation de l'état vibratoire préexistant
 - Etude des probabilités de dommages aux structures
 - Analyse de l'exposition vibro-acoustique des individus
 - Etude des risques de perturbations des matériels sensibles
 - Définition des systèmes d'isolation actifs et passifs
- **Faire réaliser des études géotechniques suffisantes** lors de la définition du projet. Il s'agit en particulier de définir le rayon d'action des vibrations émises en fonction de la nature des terrains traversés, des caractéristiques à la source et, ainsi d'identifier les cibles potentielles.

Impacts résiduels après la mise en place de mesures

Les précautions prises lors de la conception des ouvrages et de l'organisation des chantiers doivent permettre de réduire significativement les impacts liés aux vibrations.

Cependant, le risque zéro n'existe pas en la matière car les vibrations révèlent les faiblesses cachées des bâtiments cibles en provoquant des fissures. A ce titre, les mesures ne permettront vraisemblablement pas un évitement et une réduction totale.

III.4 Sol, sous-sol et eaux souterraines

Pour l'ensemble de ce chapitre, le lecteur se reportera aux cartes suivantes :

- les cartes de l'atlas cartographique de phase 1 relatives aux thématiques concernées par ce chapitre,
- les cartes de l'atlas cartographique de phase 2 présentant la synthèse des impacts par tronçon et par scénario (cartes IV.1.1-1 à IV.1.1-9 pour le scénario souterrain et cartes IV.1.2-1 à IV.1.2-9 pour le scénario aérien).

III.4.1 Topographie

La topographie est d'abord une contrainte à la réalisation du projet lorsqu'il existe de fortes dénivelées. En effet, la pente de la voie du métro étant limitée à un maximum, l'intégration de ces dénivelées dans l'infrastructure nécessite des surprofondeurs ou des ouvrages d'art importants de type pont ou viaduc. A titre d'exemple, la voie du RER B entre les stations Luxembourg et Saint-Michel-Notre-Dame a une pente de 4 %, ou 0,04 m/m. C'est, a priori, l'une des sections de voie les plus pentues en dehors du funiculaire de Montmartre.

Définition des types d'impacts potentiels du projet

★ *Passage au niveau terrestre et aérien (sol et surélevé)*

L'incidence négative est interprétée comme une modification importante de la topographie locale ayant des effets indirects sur d'autres thématiques : en particulier, axes d'écoulement des eaux superficielles, stabilité des terrains.

Selon que l'insertion du projet dans la topographie initiale se fasse par remblais ou déblais, ou, par ouvrage d'art (pont supérieur ou inférieur, tunnel), l'incidence du projet est susceptible d'être différente. En effet, le rétablissement des écoulements superficiels interceptés par l'infrastructure est nettement plus contraignant sous un remblai que sous un pont. Par ailleurs, un pont ne pose en général pas de problème de stabilité, sauf au niveau des ancrages qui sont susceptibles de présenter des remblais ou des talus.

La phase travaux peut présenter des effets temporaires, la réalisation du chantier étant susceptible d'engendrer des terrassements temporaires ayant leurs propres effets négatifs mais ponctuels.

★ *Passage en souterrain*

La réalisation du projet en souterrain n'a pas d'incidence sur la topographie en dehors de certains ouvrages annexes, les gares en particulier.

La phase travaux peut avoir un effet indirect permanent sur la topographie : la réalisation d'un tunnel engendre l'extraction de volumes importants de matériaux qu'il faudra soit :

- utiliser dans le cadre de la réalisation du projet, soit comme granulats pour la production de béton dans le cadre du projet pour ceux qui sont compatibles, soit comme granulats de remblai ou de soutènement,

- stocker, soit en les insérant dans des projets de terrassement nécessitant des remblais, soit en les stockant en CET classe 3 (pour les sols non pollués), sources de modifications topographiques.

Pour donner **un ordre de grandeur**, un tunnel de section ronde de 8 m de diamètre extérieur sur 150 km de longueur engendre l'extraction d'au minimum **7.6 millions de m³ de matériaux, non compris** les ouvrages annexes de type galerie technique, aération, gare.

☞ La gestion des déblais ne sera pas plus traitée dans l'Évaluation Stratégique Environnementale. L'étude étant menée très en amont par rapport à la définition du projet, il est impossible de préciser davantage les volumes de matériaux à gérer, et donc de définir des stratégies a priori.

☞ Cette question, importante au vu des quantités à gérer, sera traitée dans les études d'impact lorsque le projet aura un niveau de définition suffisant et que les modalités de passage (aérien, terrestre, souterrain) auront été arrêtées.

Analyse des impacts du projet

☞ Seuls les impacts d'un passage aérien seront étudiés ici. En l'état actuel de définition du projet, il est impossible de faire une analyse pour le projet souterrain, qui a priori, n'a pas d'incidence prévisible.

Les impacts du projet sont forts dans les zones de fortes dénivelées et faibles ailleurs. La localisation des zones de fortes dénivelées découle directement de la lecture de la carte de la topographie générale (voir la carte n°II.3.1-1 du rapport de phase 1).

Ils sont principalement localisés :

- **à proximité des grands cours d'eau** dans le relief de méandre :
 - rive Sud de la Seine face à Boulogne-Billancourt (92) - voir la carte IV.1.2-8 : dans le secteur de Meudon (92), la dénivelée de la berge de la Seine atteint 100 m, ce qui rend difficile un passage aérien dans ce secteur. Selon le tracé définitif, cela pourrait nécessiter un passage en viaduc suivi d'un tunnel, sur le principe de l'autoroute A13 dans ce secteur ;
 - rive Sud de la Seine à Bougival (78) et Rueil-Malmaison (92) - voir la carte IV.1.2-1 : la situation est identique ;
 - rives de la Marne dans la boucle de Saint-Maur-des-Fossés (94) - voir la carte IV.1.2-6 : dans ce secteur l'incidence est moins forte car les dénivelées sont moins fortes, environ 70 m au lieu de 100, mais elle reste significative,
 - rive gauche de la Seine au niveau de Villejuif (94) - voir la carte IV.1.2-6 : la problématique est similaire à celle des rives de la Marne,

- au niveau du rebord Est du plateau de Saclay (secteur de Massy et Palaiseau (91)) - voir la carte IV.1.2-7) : la dénivelée est de 80 m entre la gare de Massy-Palaiseau et le site de l'Ecole Polytechnique située sur le plateau,

- au niveau de la butte de l'Aulnay (au Nord immédiat de Chelles (77)) - voir la carte IV.1.2-5 : l'altitude au Nord et au Sud de cette butte est similaire de sorte qu'un passage aérien nécessiterait le percement d'un tunnel au sein de cette butte, la configuration topographique de la butte ne permettant pas d'imaginer un passage aérien complet.

Propositions de mesures d'évitement et de réduction

★ *Mesures d'évitement*

Ces mesures consistent à définir le tracé du métro en dehors des zones à forte dénivelée.

Le fuseau retenu ne permet pas de le faire dans toutes les zones concernées :

- le secteur de la butte de l'Aulnay est incontournable : le fuseau est traversé dans sa totalité par la butte,
- le secteur de Massy-Palaiseau est également incontournable : le fuseau englobe le rebord du plateau de Saclay le plus pentu,
- le secteur de la boucle de la Marne à Saint-Maur-des-Fossés et de la rive gauche de la Seine à Villejuif est également incontournable : le fuseau traverse au moins deux zones à forte pente dans ce secteur.

★ *Mesures de réduction*

Il n'existe pas de vraie mesure de réduction d'impact direct sur la topographie, car la topographie est une contrainte stable au projet.

En effet, chercher à minimiser les impacts directs sur la topographie revient à envisager une infrastructure en viaduc sur une grande partie du parcours et en tunnel pour les sections les plus concernées par les pentes fortes. En dehors du tout souterrain, qui constitue une mesure de réduction totale de ce type d'impact, c'est la solution qui minimise le plus l'impact du projet sur la topographie.

Impacts résiduels après la mise en place de mesures

Les impacts résiduels sont limités pour un tracé entièrement souterrain.

Ils le sont également, à des degrés relativement forts, lorsque le tracé est aérien sur la plus grande partie possible du parcours.

Ils sont forts dans les zones en forte pente lorsque le tracé est terrestre.

Proposition de mesures compensatoires

Il n'existe pas non plus de vraie mesure compensatoire au sens de l'étude d'impact. En effet, l'impact du projet sur la topographie est défini en un lieu donné. Compenser cet impact négatif supposerait de modifier la topographie ailleurs, la compensation ayant son propre impact.

III.4.2 Pédologie

Définition des types d'impacts potentiels du projet

★ **Passage au niveau terrestre et aérien (sol et surélevé)**

L'incidence négative est définie comme la destruction des sols en place par la réalisation du projet.

Les cartes n°II.3.2-1 et n°II.3.2-2 du rapport de phase 1 montrent que le fuseau concerne principalement des **sols déjà urbanisés**, donc non naturels et non agricoles. **L'incidence négative du projet est donc réduite par la nature des sols détruits.**

Deux secteurs sont principalement concernés par les sols agricoles et naturels (sols des milieux naturels et des prairies permanentes) :

- le **plateau de Saclay**
- le **Nord de l'autoroute A1 entre le Bourget et Roissy.**

Le premier fait l'objet d'une opération d'aménagement de grande ampleur (opération d'intérêt national), le second évolue rapidement en termes d'occupation du sol en devenant une zone de plus en plus urbanisée.

L'impact est moindre pour un passage aérien, le contact sol / infrastructure étant réduit aux ancrages.

★ **Passage en souterrain**

En dehors des ouvrages annexes, dont on peut supposer qu'ils seront principalement en zone déjà urbanisée, dont les sols sont en grande partie artificialisés, **le projet souterrain n'est pas concerné pas par la pédologie.**

Propositions de mesures d'évitement et de réduction

★ *Mesures d'évitement*

Le projet tel qu'il est défini actuellement ne permet pas de proposer de mesures de ce type. Il s'inscrit dans une évolution générale de l'urbanisation qui est classiquement consommatrice de sols naturels et agricoles. C'est pourquoi la loi n°2010-597 du 3 juin relative au Grand Paris a prévu des dispositions spécifiques de préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers sur le plateau de Saclay.

L'aménagement des zones concernées par cette problématique (Saclay, et Nord de l'A1 entre le Bourget et Roissy) font donc l'objet d'opérations d'aménagement importantes pour lesquelles la préservation d'espaces agricoles est une donnée de base.

La réalisation du projet en souterrain dans les zones concernées pourrait constituer une mesure d'évitement.

★ *Mesures de réduction*

Il n'existe pas de mesure de réduction d'impact car l'alternative est la suivante : préservation du sol dans son état actuel ou destruction totale. Il n'y a pas d'intermédiaire.

La réalisation du projet en aérien pourrait constituer une mesure de réduction d'impact par rapport à celle d'un projet terrestre.

Impacts résiduels après la mise en place de mesures

Les impacts résiduels restent identiques aux impacts initiaux.

Proposition de mesures compensatoires

Il faut plusieurs milliers d'années pour créer un sol et la pédogenèse dépend fortement des conditions de milieu. Il est donc impossible d'envisager de recréer des sols identiques à ceux qui disparaissent dans des espaces artificialisés.

Des **mesures de protection de zones naturelles ou agricoles**, telles que celle introduite par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 pour le plateau de Saclay, peuvent être envisagées pour en pérenniser l'occupation.

III.4.3 Géologie

Définition des types d'impacts potentiels du projet

★ Scénario terrestre et aérien (sol et surélevé) en phase travaux

Dans un scénario aérien ou terrestre, seuls les ancrages de l'infrastructure au sol interfèrent avec le sol et le sous-sol. La superficie concernée est plus grande dans un scénario terrestre, puisque l'infrastructure est posée à même le sol.

Dans les deux cas, seuls les quinze premiers mètres sont généralement concernés. Certains ancrages peuvent dépasser cette profondeur, en particulier pour des ouvrages aériens de type pont/viaduc.

L'incidence du projet réside donc dans l'excavation localisée et partielle de strates géologiques et la création de dégradations localisées et partielles d'horizons rocheux en place.

★ Scénario terrestre et aérien (sol et surélevé) en phase exploitation

Le projet, qu'il soit en aérien ou terrestre, n'a **pas d'incidence sur le sous-sol**. En effet, une fois l'infrastructure en place, les rames circulent dans l'enceinte de cette infrastructure et n'ont aucune action sur le sous-sol.

★ Scénario souterrain en phase travaux

La mise en œuvre du projet souterrain a une **incidence notable sur la géologie**. En effet, le creusement du tunnel revient à excaver totalement ou partiellement une ou plusieurs strates géologiques et à créer des zones endommagées géologiquement dans le voisinage du tunnel.

Les tunneliers utilisés actuellement sont multitâches : ils creusent le tunnel, assurent l'étalement de la galerie créée, gèrent l'éventuelle présence de nappe phréatique et assurent la mise en place de la superstructure en posant les coffrages et en coulant le béton : l'enveloppe extérieure du tunnel en béton est coulée à l'avancement.

La phase travaux crée donc une inclusion vide dans la masse géologique et engendre des flux de matériaux et substances divers (gravats, béton, eau) qui suscitent une gestion lourde et des trafics importants de camions. Pour les gravats, un camion de 38 t représente environ 20 m³. Le nombre de camions peut donc se compter en centaines de milliers (en cumulé).

La création de l'inclusion est susceptible d'engendrer des impacts de type géotechnique, en particulier à cause de la modification des caractéristiques mécaniques des roches restées en place dans la zone endommagée, qui est susceptible de créer des zones de fragilité et d'être à l'origine d'affaissements, de tassements différentiels et de circulations d'eaux souterraines (voir le chapitre hydrogéologie pour ce dernier point).

★ *Scénario souterrain en phase exploitation*

Le projet souterrain n'a pas d'incidence sur le sous-sol. En effet, une fois l'infrastructure en place, les rames circulent dans l'enceinte de cette infrastructure et n'ont aucune action sur le sous-sol.

Les impacts résiduels au début de l'exploitation ne sont pas modifiés par la phase exploitation.

Analyse des impacts du projet

★ *Scénario aérien (sol et surélevé) en phase travaux*

L'incidence négative porte sur la réalisation des ancrages et des fondations. Seules les formations situées dans les 10 premiers mètres sont concernées. Ce sont souvent des formations superficielles de type limons ou colluvions. Les formations sous-jacentes peuvent être concernées pour les ancrages profonds, en particulier pour les fondations sur pieux.

L'incidence négative est limitée dans une zone où la géologie a souvent déjà été fortement modifiée.

★ *Scénario souterrain en phase travaux*

La profondeur du tunnel est exprimée au sommet externe du tunnel. La voie du métro se situe 6 à 8 m plus bas. Le chapitre sur les interactions eau/sol/sous-sol avec les activités humaines (voir le chapitre III.10 ci-après) montre qu'il est difficile d'envisager une profondeur de tunnel inférieure à 20 m. En effet, les 20 premiers mètres de sous-sol sont déjà très encombrés la plupart du temps.

On note la présence des éléments suivants :

- dessertes locales des réseaux de services publics (eaux usées, eaux pluviales, eau potable, électricité, téléphone, fibre optique...),
- partie régionale de ces mêmes réseaux partiellement (grands collecteurs, conduites diverses),
- fondations des bâtiments existant,
- tunnels routiers et ferroviaires,
- captages d'eau potables : une grande partie d'entre eux ont une profondeur inférieure à 20 mètres.

L'analyse montre par ailleurs qu'à une profondeur de 40 m, le tunnel ne rencontre quasiment plus d'obstacle souterrain existant.

L'analyse ci-dessous s'attache donc à identifier la ou les formations géologiques présentes entre 20 et 40 m de profondeur, et donc celles qui subiront une excavation totale ou partielle définitive. Les coupes géologiques de la phase 1 et la coupe géologique de la **carte III.3.3-2** servent de base à l'analyse.

❖ *Saclay - La Défense*

Sous le plateau de Saclay (voir la carte IV.1.1-1), la formation géologique concernée par l'ouvrage est constituée des sables de Fontainebleau.

Au Nord de Versailles, l'épaisseur de ces sables diminue fortement, de même que celle des formations sous-jacentes. De ce fait, plusieurs formations sont concernées jusqu'à la Seine : argiles vertes, marnes supragypseuses et marnes du

gypse.

Au Nord de la Seine, la principale formation concernée est constituée des Marnes et Caillasses. Les formations sus-jacentes, les sables de Beauchamp, le calcaire de Saint-Ouen et les alluvions, présentent une épaisseur trop faible.

Le passage sous la Seine se fait, soit intégralement dans la craie, soit dans une succession craie / alluvions de la Seine.

En dehors de la craie, toutes les formations concernées par un passage en souterrain sont peu cohérentes. Elles amortissent les vibrations et encaissent bien les déformations.

Seuls les sables de Fontainebleau situés sous le plateau de Saclay dans la partie Est ne sont pas imprégnés d'eau à la profondeur envisagée du projet.

❖ **La Défense - Pleyel**

Tout le territoire situé dans la boucle de la Seine au Nord de la Défense (Courbevoie, Asnières, Gennevilliers (92) - voir la carte IV.1.1-2) présente une couverture alluvionnaire dont l'épaisseur augmente avec la proximité de la Seine.

Les formations géologiques concernées par le projet sont donc les alluvions dans les zones de forte épaisseur, le calcaire de Saint-Ouen peu épais, les sables de Beauchamp dont l'épaisseur croît vers le Nord-est.

La formation sous-jacente des Marnes et Caillasses est susceptible d'être concernée dans ce secteur.

Toutes les formations concernées par un passage en souterrain sont peu cohérentes. Elles amortissent les vibrations et encaissent bien les déformations. Elles sont toutes imprégnées d'eau.

❖ **Pleyel - Le Bourget, Le Bourget - Roissy CDG, Le Bourget - Descartes/Noisy**

La géologie est la même pour l'ensemble de ces tronçons avec des variations locales ayant peu d'incidence pour le projet (voir les cartes IV.1.1-3 à IV.1.1-5).

Le calcaire de Saint-Ouen ne devrait être concerné que dans la partie basse de la strate géologique et très localement, là où il est le plus épais.

Les sables de Beauchamp et les Marnes et Caillasses sont les principales formations concernées à la profondeur envisagée par le projet.

Le calcaire grossier, quand il est distingué des Marnes et Caillasses, est également susceptible d'être concerné dans sa partie supérieure.

Le tronçon Le Bourget - Descartes/Noisy présente une particularité géologique par rapport aux autres tronçons : la butte de l'Aulnay apparaît comme posée sur le calcaire de Saint-Ouen et est composée de formations plus récentes : les masses et marnes du gypse, les marnes supragypseuses, les marnes vertes et le calcaire de Brie. Cette butte et ces formations ne sont pas concernées par un projet souterrain qui passerait en dessous. La coupe géologique de la carte III.3.3-2 est significative.

Les alluvions de la Marne ont une épaisseur trop faible dans ce secteur pour être concernées par le projet.

Les calcaires concernés ne sont pas homogènes : ils se présentent sous forme de bancs de calcaire dur intégrés dans une matrice marneuse et/ou sableuse.

Les Marnes et Caillasses présentent les mêmes discontinuités entre des éléments durs (les caillasses) et les éléments « mous » (les marnes).

Ces discontinuités sont sources de problèmes géotechniques potentiels, en particulier dans la stabilité des ouvrages.

Toutes ces formations sont imprégnées d'eau.

❖ **Descartes/Noisy - Villejuif**

La vallée de la Marne dans ce secteur (voir la carte IV.1.1-6) marque une transition géologique importante : la formation des masses et marnes du gypse est remplacée par le calcaire de Champigny.

Ce tronçon est le seul qui interfère avec le calcaire de Champigny. L'incidence du projet sur la strate géologique de ce calcaire varie selon la position du tracé dans le fuseau :

- un tracé situé au Nord du fuseau interfère avec ce calcaire sur la frange Nord-Ouest de la strate, à proximité de la zone d'affleurement,
- plus le tracé descend vers le Sud, plus le passage du tunnel se fait dans la masse de la strate, et plus le volume de calcaire prélevé est important.
- Les autres formations concernées par le projet sont :
 - le calcaire de Saint-Ouen,
 - les sables de Beauchamp,
 - les Marnes et Caillasses, et éventuellement le calcaire grossier selon les épaisseurs.

Les alluvions de la Marne, sont concernées dans la zone la plus épaisse.

A l'Ouest du tronçon, à l'Ouest de la Seine, les masses et marnes du gypse réapparaissent et constituent la principale formation concernée par le projet

Toutes les formations concernées sont imprégnées d'eau.

❖ **Villejuif - Orly - Saclay**

Dans ce tronçon (voir carte IV.1.1-7), les principales formations concernées sont les Masses et Marnes du gypse, les marnes supragypseuses et les marnes vertes. Le calcaire de Brie est trop peu épais pour être concerné.

Dans la partie Est du tronçon, la présence de la vallée de la Seine et de celles de la Bièvre et de l'Yvette contribue à abaisser la piézométrie. Les formations concernées par le projet sont imprégnées d'eau mais, selon la profondeur et à certains endroits, le projet pourrait être hors d'eau.

❖ **Villejuif - Boulogne Billancourt**

Dans ce tronçon, toutes les formations comprises stratigraphiquement entre le calcaire de Saint-Ouen et la craie sont concernées par le projet. En effet, la craie affleure à l'Ouest au niveau de Boulogne-Billancourt et d'Issy-les-Moulineaux, sous les alluvions de la Seine.

Toutes ces formations sont imprégnées d'eau.

❖ **Pleyel - Villejuif**

Ce tronçon du centre de Paris est surtout concerné par les Marnes et Caillasses et le calcaire grossier (voir carte IV.1.1-9).

★ **Phase exploitation**

La phase d'exploitation ne génère pas d'incidence négative sur la géologie, que ce soit pour le scénario aérien (sol et surélevé) ou souterrain.

Propositions de mesures d'évitement et de réduction

L'incidence négative sur la géologie n'est pas compensable, ni réductible. En effet, comme pour la pédologie, la réalisation du projet engendre la disparition définitive des éléments géologiques excavés.

L'incidence négative est plus forte pour le projet souterrain que pour le projet aérien car les volumes excavés sont beaucoup plus importants.

☞ Rappel : la problématique du devenir des déblais n'est pas traitée dans cette étude. Elle devra l'être dans les études ultérieures, lorsque le projet sera précisé.

Des mesures d'évitement permettent d'éviter certaines formations géologiques pour des raisons tenant essentiellement à l'hydrogéologie (aquifères patrimoniaux, voir ci-après).

Impacts résiduels après la mise en place de mesures

Comme les impacts sur la géologie ne peuvent être réduits, ni compensés, les impacts résiduels sont identiques aux impacts initiaux.

III.4.4 Hydrogéologie

Réglementation

Les eaux souterraines relèvent de la réglementation sur l'eau. Celle-ci a subi des évolutions importantes suite à l'adoption de la Directive 2000/60/CE établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Cette directive établit 3 objectifs principaux :

- Le bon état écologique de l'ensemble des masses d'eau (cours d'eau, lacs, zones humides, marais, eaux souterraines, eaux littorales) en 2015, le bon état écologique étant défini sur des critères écologiques pour les eaux superficielles (le cycle de vie du poisson) et de potabilité pour les eaux souterraines,
- La sécurisation de l'approvisionnement en eau potable,
- La sécurité, à la fois sanitaire et des biens et des personnes.

Le Code de l'Environnement actuellement en vigueur, en particulier son titre II, est le corps de base de la réglementation française sur l'eau. Il régit l'ensemble des aspects prélèvements, rejets et atteintes aux eaux souterraines.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est le document principal d'orientation de la gestion des eaux, y compris les eaux souterraines, à l'échelle d'un grand bassin versant, ici le bassin Seine-Normandie.

Les eaux souterraines relèvent en plus du Code de la Santé Publique pour les aspects sanitaires liés à l'eau potable.

Globalement, et de manière synthétique, étant donné le rôle stratégique des eaux souterraines dans l'alimentation en eau potable, la réglementation a pour objectifs principaux :

- La préservation de la ressource en eau en quantité et en qualité ;
- La lutte contre les sources de pollution des eaux souterraines, qu'elles soient diffuses, accidentelles ou chroniques ;
- La protection des points de captage existants par l'établissement de périmètres réglementaires ;
- Le contrôle des usages de certaines masses d'eau souterraines présentant des conflits ou des insuffisances.

Définition des types d'impacts potentiels du projet

L'analyse hydrogéologique, relative aux eaux souterraines, s'appuie directement sur l'analyse géologique précédente. Il s'agit, en effet, de prendre en considération l'existence d'eau dans les formations rocheuses et les usages de cette eau.

Deux approches seront prises en compte : au niveau global de l'aquifère (réservoir, piézométrie, écoulements) et au niveau des forages (usages de l'eau).

D'une manière générale, la réalisation du projet engendre les impacts suivants :

- diminution, voire disparition, du volume du réservoir par excavation partielle ou totale de la roche réservoir,
- perturbation des écoulements souterrains : création de barrières hydrauliques, écoulements préférentiels, modifications locales de la piézométrie,
- perturbation des usages de l'eau : dénoisement de forages, diminution des débits de pompage.
- incidence des pompages pour rabattre la nappe lors de la phase travaux de manière à dénoyer l'espace de travail.

☞ **REMARQUE IMPORTANTE** : L'analyse qui suit ne rentrera pas dans le détail du fonctionnement de chaque aquifère rencontré par le projet (piézométrie, hydrodynamique, qualité de l'eau). L'analyse s'arrête à des constats généraux qui peuvent être précisés en certains points du fuseau. Elle soulignera les impacts généraux du projet en gardant en perspective l'aspect stratégique du rôle de ressource en eau des aquifères, rôle réaffirmé fortement par le nouveau SDAGE Seine-Normandie entré en vigueur au 1^{er} janvier 2010.

☞ Une analyse détaillée de chaque aquifère n'est pas possible à ce stade de définition du projet. Cette analyse nécessite le recours à des modélisations hydrodynamiques (mathématiques) très lourdes qui ne sont pas l'objet de l'évaluation stratégique environnementale. Par ailleurs, ce type d'analyse détaillée fera l'objet d'expertises ultérieures, à l'issue du débat public.

★ *Scénarios terrestre et aérien (sol et surélevé) en phase travaux*

Seule la partie supérieure du sous-sol est concernée par les ancrages et les fondations. D'une manière générale, les sous-sols concernés sont limités et localisés.

Seules les nappes superficielles sont susceptibles d'interférer avec le projet, en particulier les nappes d'accompagnement des cours d'eau.

Pour les nappes d'accompagnement des grands cours d'eau (Marne, Seine), les ancrages et les fondations représentent des volumes minimes par rapport au volume de ces nappes. En effet, la couche des alluvions, réservoir principal de ces nappes, est importante, tant en épaisseur qu'en superficie. De plus, les

alluvions sont en général en contact hydraulique avec les aquifères sous-jacents. L'incidence négative de l'implantation de ces ouvrages reste faible globalement, même si localement l'incidence peut être plus importante, à proximité d'un forage sollicitant ce type de nappe par exemple.

Pour les nappes d'accompagnement des petits cours d'eau, le volume des ancrages et des fondations peut représenter une proportion significative, voire prépondérante, du volume de ces nappes. En effet, la couche des alluvions est en général réduite à la fois en épaisseur et en superficie. L'incidence est en générale forte pour l'aspect écoulement de l'aquifère, mais faible à nulle pour les usages de l'eau car ces nappes ne sont pas exploitées.

En dehors des nappes d'accompagnement des cours d'eau, il existe des nappes superficielles dont l'importance est très variable. Le volume du réservoir peut être réduit dans les formations superficielles comme les limons. Il peut être important dans les strates géologiques proches de la surface, en particulier celles du calcaire de Saint-Ouen, des sables de Beauchamp ou des sables de Fontainebleau.

L'incidence du projet est directement liée au volume de la nappe : elle est en général faible au niveau des grandes nappes et forte au niveau des petites nappes, dont l'existence peut être remise en cause. Il en est de même de l'incidence des pompages de rabattement de nappe.

L'incidence sur les usages de l'eau peut être forte localement. Certaines de ces nappes superficielles, en particulier les nappes d'accompagnement de grands cours d'eau, sont exploitées pour la production d'eau de divers usages, dont l'eau potable. Le niveau de l'incidence dépend directement de la répartition géographique des forages et des points d'ancrage et de fondation. La proximité des uns et des autres est susceptible de créer des perturbations dans le fonctionnement des forages : tarissement, perte de capacité de production, etc.

★ Scénarios terrestre et aérien (sol et surélevé) en phase exploitation

La phase d'exploitation ne génère pas d'incidence négative sur l'hydrogéologie.

★ *Passage en souterrain en phase travaux*

L'interaction avec les aquifères est forte. Elle porte principalement sur les aquifères profonds et sollicités. L'interaction avec les aquifères superficiels est limitée aux ouvrages annexes. En effet, le tunnel passe en dessous de ces aquifères.

L'analyse géologique a montré que, à l'exception de certaines sections, les roches susceptibles d'être traversées par le tunnel (profondeur comprise entre 20 et 40 m) sont imprégnées d'eau.

Les calcaires et les sables sont aquifères sauf à proximité d'une vallée ou d'un cours d'eau qui abaisse la piézométrie et dénoie la roche. C'est le cas par exemple des sables de Fontainebleau de la bordure Est du plateau de Saclay.

Les marnes et les argiles ne sont pas considérées comme aquifères car ils sont peu productifs, vu leur faible perméabilité.

Les aquifères concernés (voir l'analyse détaillée ci-dessous) ont un rôle patrimonial dans le sens où ils contribuent à l'alimentation en eau potable et à divers usages de l'eau dont certains sont stratégiques. Ils sont pour l'essentiel libres, c'est-à-dire que le niveau piézométrique évolue librement verticalement et n'est pas contraint par des niveaux imperméables sus-jacents. Cependant, certaines zones de ces aquifères peuvent être captives pour des raisons diverses :

- présence locale d'un toit imperméable de nature différente (lentille d'argile),
- présence de zones peu ou pas perméables au sein de la roche :
 - dans les calcaires, certaines zones contiennent plus d'argiles et sont donc moins perméables, voire imperméables,
 - dans les sables, certaines zones ou niveaux sont plus argileux que d'autres.

Le simple fait de creuser un tunnel modifie les caractéristiques hydromécaniques de la roche réservoir au voisinage de ce tunnel.

Le tunnel peut être considéré comme un gros tube étanche, avec des excroissances (gares, aération, galeries de service), passant à travers une matrice dont les caractéristiques hydrodynamiques peuvent être hétérogènes. Cette hétérogénéité crée initialement des zones d'écoulement préférentiel dans les zones les plus perméables, les zones les moins perméables étant contournées par les écoulements et formant des barrières hydrauliques locales.

La mise en place du tunnel est susceptible de barrer les zones d'écoulements naturels, donc de modifier ceux-ci dans la roche encaissante.

Le passage en souterrain nécessitera certainement des rabattements de nappe par pompages, dont l'objectif est le déroulement du chantier hors eau, ou au moins dans une faible hauteur d'eau. Ces pompages ont évidemment une incidence sur la circulation de l'eau au sein de l'aquifère concerné. La baisse du niveau piézométrique, objectif recherché localement et temporairement, peut engendrer des incidences complémentaires : dénoiement de forages, tarissement

de sources, déstabilisation géotechnique par tassements différentiels liés à la baisse de niveau d'eau.

★ *Passage en souterrain en phase exploitation*

La phase d'exploitation ne génère pas d'incidence négative sur l'hydrogéologie.

Analyse des impacts du projet

★ *Passage aérien (sol et surélevé) en phase travaux*

Les impacts du projet sont limités aux nappes superficielles. Ils sont donc localisés principalement au niveau des zones alluviales des grands fleuves et des cours d'eau plus petits, quand elles sont suffisamment importantes pour être différenciées cartographiquement (le BRGM établit ses cartes géologiques au 1/50000).

Dans le reste du fuseau, les impacts concernent les nappes superficielles de taille suffisante pour constituer des enjeux importants. Il s'agit en particulier de la nappe du calcaire de Saint-Ouen, éventuellement associée à celle sous-jacente des sables de Beauchamp dans le Nord-est du fuseau.

Tous les aquifères concernés sont libres.

❖ *Saclay - La Défense, Villejuif - Orly - Saclay*

Ces tronçons ne sont pas concernés par des nappes superficielles, en dehors de petites nappes locales, dont certaines sont liées à de petits cours d'eau. En effet, les strates géologiques superficielles sont le plus souvent dénoyées par l'influence de la topographie.

Une exception toutefois : la traversée de la Seine au Sud de la Défense qui présente une zone d'alluvions sur craie peu exploitée (la densité de forages y est faible). L'incidence du projet sur ce secteur est faible.

❖ *La Défense - Pleyel, Pleyel - Le Bourget*

Ces tronçons, où la Seine est fortement présente, comportent des zones d'alluvions de la Seine fortement exploitées. Dans la zone centrale de la boucle de la Seine, la densité de forages est plus faible, mais reste significative.

L'incidence du projet est faible sur le réservoir, mais forte sur l'aspect forages.

❖ *Pleyel - Villejuif*

Ce tronçon parisien est fortement impacté par les deux aspects de l'analyse :

- il se situe en bord de Seine et une partie significative de la superficie est concernée par la nappe d'accompagnement de la Seine,
- la densité de forages est l'une des plus fortes de la zone d'étude.

L'incidence du projet est donc forte sur l'ensemble du tronçon.

Ce constat est à nuancer fortement par le fait que la ligne 14 du métro, sur laquelle est basé ce tronçon et qui fait partie du projet, est déjà réalisée.

❖ **Le Bourget - Roissy CDG, Le Bourget - Descartes/Noisy**

Ces tronçons sont concernés par la présence superficielle de la nappe du calcaire de Saint-Ouen. Cette nappe de grande étendue est très peu exploitée car elle est très vulnérable et présente des caractéristiques hydrodynamiques peu performantes vis-à-vis de la production d'eau.

Par ailleurs, son épaisseur varie significativement. L'incidence du projet est donc localement forte sur le réservoir qui est susceptible de disparaître par endroits, mais faible en général.

Cette appréciation doit être nuancée par le fait que cette nappe est très peu exploitée et que l'enjeu au niveau des usages est faible. L'exploitation se fait surtout au niveau des sables de Beauchamp sous-jacents. La densité de forages y est relativement faible.

❖ **Descartes/Noisy - Villejuif**

Le calcaire de Champigny, caractéristique de ce tronçon et constituant le réservoir d'un aquifère à très fort enjeu, n'est concerné que dans les zones où il affleure. Le fuseau coupe 2 fois la zone d'affleurement dans la partie Est du tronçon. A l'échelle de l'aquifère, les zones concernées sont minimales en superficie. L'incidence du projet est relativement faible.

La partie Ouest du tronçon traverse deux fois la Marne et une fois la Seine. Les nappes d'accompagnement de ces cours d'eau sont concernées par le projet. Ce secteur présente d'ailleurs la plus forte densité de forages. L'incidence du projet est faible sur les caractéristiques du réservoir et faible à moyenne par rapport à la densité des forages. L'incidence globale du projet reste faible.

❖ **Villejuif - Boulogne Billancourt**

La partie Ouest de ce tronçon est directement concernée par les nappes superficielles. La partie proche de la Seine est le seul secteur de la zone d'étude où la nappe de la craie est en contact direct avec celle des alluvions de la Seine. Ce secteur est fortement exploité, la densité de forages y est importante et les usages sont variés.

L'incidence du projet dans ce secteur est forte. Le niveau d'incidence résulte plus de la densité de forages et de l'importance des débits pompés que de l'atteinte au réservoir lui-même.

Dans le reste de ce tronçon, la densité de forages reste forte, l'exploitation se faisant plus en profondeur. L'incidence du projet reste forte à cause de la densité des forages et de l'importance de la sollicitation des aquifères en place.

★ **Passage aérien (sol et surélevé) en phase exploitation**

La phase d'exploitation ne génère pas d'incidence négative sur l'hydrogéologie.

★ *Passage souterrain en phase travaux*

❖ *Saclay - La Défense*

Sous le plateau de Saclay, les sables de Fontainebleau ne sont pas aquifères au niveau considéré dans la partie Est.

Au Nord de Versailles, les terrains concernés sont à dominante marneuse et argileuse et ne sont pas aquifère.

Au Nord de la Seine, le projet traverse des roches aquifères (craie, alluvions, marnes et caillasses). Ces aquifères sont libres. Les réservoirs étant de grande dimension, l'incidence « réservoir » du projet est faible.

Dans l'ensemble de ce tronçon, la densité de forages est faible.

L'incidence hydrogéologique du projet est donc faible.

❖ *La Défense - Pleyel*

Les terrains concernés sont aquifère : alluvions de la Seine, calcaire de Saint-Ouen, sables de Beauchamp. Ce tronçon se situe même dans une des zones les plus aquifère de l'ensemble calcaire de Saint-Ouen / sables de Beauchamp, zone qui est bien sûr fortement exploitée. Les aquifères concernés sont libres.

L'impact du projet est double :

il ampute le réservoir dans l'une des zones où il y a le plus d'eau, zone qui, géographiquement, est peu étendue,

il traverse une zone de forte densité de forages.

La formation sous-jacente des Marnes et caillasses n'est pas aquifère au sens strict du terme. Cependant, elle est gorgée d'eau et certaines études la considèrent avec le calcaire grossier sous-jacent comme un seul aquifère. Si cette formation est significativement atteinte par le projet, ce qui se passerait en cas de sur-profondeur, ce serait cet aquifère qui serait amputé. Comme il apparaît comme peu exploité dans ce secteur, l'incidence du projet serait plus faible.

Il existe une problématique particulière dans ce tronçon : les forages profonds (plus de 60 m de profondeur). Une analyse précise de la carte de l'inventaire des points d'eau (n°II-3-5 de l'atlas cartographique de phase 1) montre une concentration de forages profonds au niveau du resserrement du fuseau. Cet état de fait est une contrainte à la réalisation du projet qui a une incidence forte à ce niveau.

❖ *Pleyel - Le Bourget, Le Bourget - Roissy CDG, Le Bourget - Descartes/Noisy*

Ces tronçons sont homogènes du point de vue géologique, en dehors de la présence de la butte de l'Aulnay qui n'a aucune incidence sur le projet souterrain.

Les formations traversées sont aquifères : calcaire de Saint-Ouen, sables de Beauchamp, Marnes et caillasses, calcaire grossier. Ces aquifères sont libres en général. L'existence de zones captives locales est possible. Il existe des relations hydrauliques entre ces différents aquifères au point que la notion de réservoir n'est plus limitée à une seule strate géologique.

L'incidence du projet sur l'aspect réservoir est faible car, non seulement il est

très étendu, mais en plus il est épais du fait que plusieurs strates sont concernées.

L'incidence sur l'aspect forage est faible également. Les aquifères concernés sont peu exploités car vulnérables et posant certains problèmes de qualité. Cela n'empêche pas que, très localement, le fonctionnement d'un forage soit très perturbé par la réalisation du projet.

❖ **Descartes/Noisy - Villejuif**

Ce tronçon est marqué par la présence du calcaire de Champigny dans sa partie Est, entre la Marne au niveau de Vaires-sur-Marne (77) et la Marne au niveau de Champigny-sur-Marne (94). Ce calcaire est aquifère et représente une ressource en eau potable importante pour le département de la Seine-et-Marne. L'aquifère est l'un des plus protégés de la région Ile-de-France : l'exploitation est réglementée et soumise à restrictions d'usage dans certains cas.

Le projet souterrain interfère avec la partie Nord-Ouest de cet aquifère. L'analyse précise de la carte géologique (n°II.3-3-1 de l'atlas cartographique de phase 1) montre que l'interférence spatiale varie fortement selon la position du tracé dans le fuseau : le tracé Nord interfère beaucoup moins que le tracé Sud. Le linéaire potentiel de tunnel dans le calcaire de Champigny est nettement plus court pour le tracé Nord.

La partie du calcaire de Champigny qui affleure et celle qui en est proche est dénoyée (voir la coupe géologique section Créteil - n°II.3.3.1-6 de l'atlas cartographique de phase 1). Le tracé Nord est celui qui évite le plus la zone noyée de ce calcaire. La carte de l'inventaire des points d'eau montre, cependant, que la densité de forages est faible au droit du calcaire de Champigny dans la zone concernée par le fuseau.

L'incidence du projet est donc forte en termes de réservoir mais faible en termes de forages.

Dans la partie centrale du fuseau, les formations concernées sont les alluvions de la Marne et de la Seine, et le calcaire de Saint-Ouen, les sables de Beauchamp, les Marnes et Caillasses et le calcaire Grossier. Les alluvions devraient être la principale formation concernée en zone centrale. En limite des versants de vallée, à l'amorce des plateaux, ce sont les autres formations qui seront concernées (voir la coupe géologique - section Créteil).

En termes de réservoir, l'incidence est faible, principalement à cause de la taille des réservoirs concernés.

En termes de forages, la densité étant forte, l'incidence est forte.

Dans la partie Ouest du tronçon, la formation concernée est constituée des masses et marnes du gypse, formation non aquifère mais gorgée d'eau.

Globalement, l'incidence du projet est forte au niveau de la zone du calcaire de Champigny et moyenne ailleurs.

❖ **Villejuif - Orly - Saclay**

Les formations géologiques concernées étant à dominante marneuse et argileuse, le projet ne concerne pas d'aquifère proprement dit en termes d'incidence.

❖ **Villejuif - Boulogne Billancourt**

Ce tronçon est fortement concerné par les aspects hydrogéologiques, que ce soit au niveau des aquifères ou des forages.

Toutes les formations du calcaire de Saint-Ouen à la craie sont concernées par le projet. Les seules formations réellement imperméables dans cette série sont les argiles de l'Yprésien (connues sous le nom d'argiles du Sparnacien). Les autres formations sont, soit perméables et aquifères (calcaires et sables), soit marneuses ou argileuses dont la perméabilité varie fortement spatialement en fonction de la teneur réelle en argile.

Les analyses hydrogéologiques montrent que l'ensemble géologique formé par le calcaire de Saint-Ouen / les sables de Beauchamp / les Marnes et Caillasses / le calcaire grossier / les sables de l'Yprésien présente des relations hydrauliques verticales plus ou moins fortes selon les niveaux. Le tronçon présente une densité importante de forages dans une gamme très large de profondeurs. Les différents niveaux aquifères sont donc exploités assez largement.

L'incidence du projet sur l'hydrogéologie est donc forte sur l'ensemble du tronçon.

❖ **Pleyel - Villejuif**

Ce tronçon est également fortement concerné par les aspects hydrogéologiques, que ce soit au niveau des aquifères ou des forages.

Les principales formations géologiques concernées sont les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier.

Le tronçon présente une densité importante de forages dans une gamme très large de profondeurs. Les différents niveaux aquifères, y compris ceux situés sous les formations concernées, sont donc exploités assez largement.

L'incidence du projet sur l'hydrogéologie est donc forte sur l'ensemble du tronçon.

Le constat doit être nuancé par le fait que la ligne 14 est déjà réalisée, ligne constituant l'essentiel du linéaire du tronçon.

★ **Passage souterrain en phase exploitation**

La phase d'exploitation ne génère pas d'incidence négative sur l'hydrogéologie.

Propositions de mesures d'évitement et de réduction

L'application de la réglementation sur l'eau relative aux eaux souterraines (Code de l'Environnement, Code Rural, Code de la Santé Publique) incite fortement à minimiser les impacts du projet en intégrant à la conception les éléments d'évitement et de réduction.

En effet, le projet sera soumis à étude d'impact et dossier d'incidence sur l'eau, documents dont l'élaboration conduit à une évaluation précise des effets du projet sur l'environnement, dont les eaux souterraines. La réglementation précise que l'élaboration de ces documents peut être utilisée comme une aide à la conception d'un projet ayant le moins d'impact possible.

Il sera fait application des articles R214-2 à 31 du Code de l'Environnement relatifs aux procédures des projets soumis à autorisation au titre de la réglementation sur l'eau, l'article R214-1 dudit Code contenant la nomenclature permettant de définir le niveau de procédure.

L'analyse du projet dans sa compatibilité au SDAGE, point essentiel de l'analyse réglementaire, est un point important dans l'élaboration de mesures d'évitement et de réduction. Les éléments relatifs à la préservation de la ressource en eau sont fondamentaux dans cette analyse.

★ *Scénario aérien (sol et surélevé)*

❖ *Mesures d'évitement*

Les mesures d'évitement consistent à éloigner, quand c'est possible, les points d'ancrage et de fondation des forages, en particulier de ceux destinés à la production d'eau potable. C'est en particulier faisable dans les zones de faible densité de forages. Cela s'applique également aux nappes d'accompagnement de petits cours d'eau pour éviter leur disparition.

❖ *Mesures de réduction*

Les mesures de réduction d'impact consistent à réaliser des études hydrogéologiques fines permettant de réduire au maximum l'impact du projet en modifiant la conception de certaines parties de l'ouvrage. Ces études ne sont pertinentes qu'à partir du moment où le tracé à l'intérieur du fuseau est suffisamment défini.

★ *Scénario souterrain*

❖ *Mesures d'évitement*

Ces mesures peuvent porter à la fois sur l'aquifère lui-même et sur les forages.

Pour l'aquifère, les mesures d'évitement consistent à contourner totalement l'aquifère :

- en plan horizontal : cela suppose que l'aquifère soit contournable, c'est-à-dire, que la portion concernée par le projet soit limitée en superficie située en limite de fuseau.
- en plan vertical : le tunnel passerait au-dessus ou en dessous de la strate géologique réservoir concernée.

Ce type de mesure doit être envisagé pour le calcaire de Champigny dans le tronçon Descartes/Noisy - Villejuif, plutôt en plan vertical car le fuseau est totalement impacté en plan horizontal.

Pour les forages, ces mesures consistent à écarter le tunnel et les ouvrages annexes des forages identifiés comme difficilement ou non remplaçables : il s'agit, en particulier, des forages profonds (à l'Albien surtout, l'Yprésien dans certains cas), des champs captant ayant un rôle stratégique pour l'eau potable (ultime secours en particulier, ou pour certaines industries) ou étant reliés à des infrastructures importantes (usine de traitement en particulier).

Il s'agit d'éviter les colonnes des forages plus profonds que le tunnel et les perturbations d'alimentation en eau pour les forages de profondeur comparable à celle du tunnel.

❖ *Mesures de réduction*

Pour l'aquifère, ces mesures consistent à diminuer le linéaire de tunnel au sein de l'aquifère considéré, soit en plan horizontal en modifiant le tracé en plan, soit en plan vertical en modifiant la profondeur du tunnel.

Ce type de mesure doit également être envisagé pour le calcaire de Champigny. En plan, le tracé au Nord du fuseau permet de réduire sensiblement le linéaire de tunnel au sein du calcaire, et donc l'incidence du projet.

Impacts résiduels après la mise en place de mesures

Au niveau des aquifères traversés par le tunnel, l'impact non réductible et non compensable est la perte du volume réservoir disponible.

Il y aura aussi des impacts difficilement réductibles et compensables au niveau de la modification des écoulements souterrains, quelles que soit la cause. Les effets visibles seront des tarissements de forages et/ou de sources, la cause immédiate pouvant être une baisse de la piézométrie ou le détournement d'un écoulement. La mise en œuvre de nouveaux forages suppose d'avoir compris la cause de tarissement.

Au niveau des forages, l'alternative est la suivante :

- le forage considéré est situé dans l'emprise des travaux (en aérien ou souterrain). Il disparaît (destruction ou rebouchage complet). La compensation consiste à mettre en œuvre un nouveau forage, mais elle pourrait ne pas être satisfaisante en termes de débit et/ou de qualité de l'eau. Il y aurait une incidence résiduelle dont le niveau est directement lié au manque.
- le forage est situé dans la zone d'influence hydrogéologique de l'ouvrage et son fonctionnement est perturbé. S'il ne tarit pas complètement, il peut être conservé. La compensation consiste à mettre en œuvre un nouveau forage pour pallier le déficit de débit. Là aussi, la compensation pourrait ne pas être totale et engendrer une incidence résiduelle.

Proposition de mesures de compensation

★ *Scénario aérien (sol et surélevé)*

Ces mesures consistent principalement à réaliser de nouveaux forages pour remplacer ceux dont la persistance est incompatible avec la réalisation du projet, et pour lesquels il a été démontré l'absence d'alternative à leur suppression.

★ *Scénario souterrain*

Comme pour le scénario aérien/terrestre, ces mesures consistent à réaliser des forages en remplacement de ceux qui seraient supprimés pour maintenir l'approvisionnement initial en eau.

Il n'existe pas de mesure compensatoire pour l'aquifère, la perte de volume réservoir étant définitive.

L'aspect réglementaire représente une contrainte supplémentaire forte en termes de procédures administratives.

III.5 Eaux de surface

Pour l'ensemble de ce chapitre, le lecteur se reportera aux cartes suivantes :

- les cartes de l'atlas cartographique de phase 1 relatives aux thématiques concernées par ce chapitre,
- les cartes de l'atlas cartographique de phase 2 présentant la synthèse des impacts par tronçon et par scénario (cartes IV.1.1-1 à IV.1.1-9 pour le scénario souterrain et cartes IV.1.2-1 à IV.1.2-9 pour le scénario aérien).

III.5.1 Réglementation

La présentation générale de la réglementation faite pour les eaux souterraines est valable pour les eaux superficielles.

Les eaux superficielles relèvent, en plus du Code de l'Environnement, du Code Rural pour les aspects agricoles (irrigation et drainage) et du Code de l'Urbanisme pour les aspects inondation et gestion des eaux pluviales (Plan de Prévention des Risques, Plan Local d'Urbanisme, Schéma Directeur).

L'article 640 du Code Civil précise que « Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur. »

Globalement et de façon synthétique, les objectifs de la directive cadre sur l'eau conduisent aux obligations réglementaires suivantes :

- Lutte contre les sources de pollution diffuses, accidentelles et chroniques ;
- Préservation et amélioration de la continuité écologique des cours d'eau (circulation des poissons et du transport solide) ;
- Gérer la rareté de la ressource en eau ;
- Lutter contre les inondations.

III.5.2 Définition des types d'impacts potentiels du projet

Les impacts potentiels du projet dépendent des interactions entre le projet et les eaux superficielles.

Ces interactions sont de deux types :

- le franchissement des cours d'eau et des thalwegs,
- les zones inondables.

Dans les deux cas, la réglementation relative à l'eau, en particulier la nomenclature de l'article R214-1 du Code de l'Environnement, précise les indicateurs à prendre en compte dans l'analyse des impacts :

- les perturbations des écoulements superficiels dans le premier cas,
- les notions de volume ou de surface « pris à la crue ».

Il ne sera pas fait ici d'analyse fine de l'interaction du projet avec les thalwegs. Le principe général est que tout thalweg intercepté doit être rétabli directement, l'axe étant matérialisé par une conduite ou tout autre élément de franchissement, ou indirectement, l'axe de l'écoulement rétabli n'étant pas situé dans le thalweg. Une telle analyse nécessite une définition plus fine du projet.

De même, il ne sera pas fait ici d'analyse des problématiques liées à l'imperméabilisation des surfaces liées au projet et au rejet des eaux pluviales interceptées. Le principe général est que les débits doivent être régulés avant rejet au milieu naturel et/ou au réseau.

Le projet ne dégrade pas a priori la qualité des eaux pluviales interceptées. Elles n'ont donc pas à être traitées. Ce point devra cependant être confirmé lors de la définition du projet.

Passage aérien (sol et surélevé)

★ *Phase travaux*

La phase de mise en place de l'infrastructure, jusqu'à la mise en service, est celle qui a le plus d'incidence.

Les impacts potentiels du projet sont les suivants :

- interception de bassins versants : l'écoulement issu du ruissellement le long d'un thalweg est interrompu par l'un des ouvrages associés au projet, cet élément faisant barrage,
- perturbation d'un cours d'eau permanent : l'écoulement n'est pas interrompu mais ses caractéristiques sont modifiées par la mise en place du projet : section en travers, profil en long,
- ouvrages en zones inondable : ces ouvrages sont situés dans la zone inondée par la crue de 1910, crue de référence, et occupent une surface ou un volume « pris à la crue ».

La Seine, comme la Marne, ont des crues dites « de plaine » liées au régime pluvial de ces cours d'eau. La montée des eaux est relativement lente et se fait par étalement de la lame d'eau suite au débordement du lit mineur. L'analyse de ces crues montre que les vitesses d'écoulement les plus rapides restent au niveau du lit mineur, l'étalement de l'eau dans le lit majeur contribuant à ralentir les vitesses. Dans le lit mineur, les vitesses sont de l'ordre de quelques mètres par seconde, dans le lit majeur, elles sont divisées par 10. Elles y sont d'autant plus faibles que le lit majeur est densément urbanisé, les bâtiments ralentissant fortement les écoulements. Les dégâts résultant de ces crues sont causés par la présence d'eau pendant de longues durées : lors de la crue de 1910, l'eau est restée pendant plus d'un mois dans les rues de Paris.

La phase travaux engendre aussi des effets temporaires pouvant être supérieurs à ceux du projet fini : mise en place de zones hors d'eau pour implanter un ancrage en berge ou une pile de pont, émission de Matières en Suspension (MES) suite à l'implantation d'ouvrages temporaires.

★ *Phase exploitation*

La phase d'exploitation n'a pas d'incidence sur les eaux superficielles.

Passage en souterrain

L'impact du projet est limité par définition. En effet, seuls les ouvrages annexes atteignent la surface du sol, donc sont susceptibles d'avoir des impacts négatifs mais limités. Ils sont alors similaires à ceux du projet aérien.

III.5.3 Analyse des impacts du projet

Passage aérien (sol et surélevé)

★ *Phase travaux*

❖ *Saclay - La Défense*

Ce tronçon traverse la vallée de la Bièvre au niveau de la commune de Buc (78). Compte tenu de la configuration topographique des lieux, la vallée est perpendiculaire au fuseau, il est difficile d'imaginer un franchissement autrement que par un ouvrage d'art.

Le tronçon traverse également la Seine. Cette traversée est combinée à une configuration topographique compliquée : relief de méandre avec très forte dénivelée (plus de 100 m) en rive gauche de la Seine et avec une pente douce en rive droite. La traversée en aérien suppose, soit un ouvrage d'art important, soit une combinaison tunnel - ouvrage d'art du type de celle existant pour l'autoroute A13 au niveau des communes de Boulogne-Billancourt et de Saint-Cloud (92).

Pour ces deux franchissements, soit les ancrages de l'ouvrage d'art interfèrent avec le cours d'eau, et l'impact de perturbation de l'écoulement résulte de l'implantation des ancrages, soit il n'y a pas d'interférence, et le projet n'a pas d'impact.

Pour la Seine, la dimension zone inondable doit être ajoutée.

❖ *La Défense - Pleyel*

Ce tronçon comprend la boucle de Gennevilliers en quasi-totalité. En cas d'insertion aérienne, il existerait la possibilité que le métro passe sur les quais de la Seine avant ou après la traversée.

L'impact du projet dépend directement de la position exacte du projet sur le quai. Il peut être nul si le projet ne modifie pas la configuration du quai actuelle. Il peut être significatif si la configuration du quai est modifiée.

La traversée de la Seine se fait sur un pont, soit sur un nouveau pont, soit par élargissement d'un pont existant, soit en fermant un pont existant à la circulation automobile.

Dans les deux premiers cas, l'impact du projet sur l'écoulement de la Seine dépend fortement des solutions techniques retenues par rapport à l'existant : nouveau pont à une arche, éventuellement suspendu, ancrage en berge respectant ou non l'état actuel de la berge. Ces travaux sont susceptibles de réduire la superficie de la section en travers de la Seine au droit du pont, et donc de modifier l'écoulement, soit par augmentation locale de la vitesse, soit par augmentation du niveau d'eau à débit constant.

Compte tenu de la gestion de la Seine et de la Marne dans les sections concernées par le projet, la première solution sera la plus fréquente. En effet, dans la zone concernée par le projet, ces cours d'eau sont une succession de biefs dont les caractéristiques hydrauliques sont gérées par les écluses. La navigabilité du cours d'eau implique une gestion des niveaux d'eau avec un

niveau objectif appelé retenue normale.

❖ ***Pleyel - Le Bourget, Le Bourget - Roissy CDG, Villejuif - Orly - Saclay***

Ces tronçons ne sont pas concernés par des cours d'eau de taille significative. Les impacts liés aux thalwegs existent cependant. Ils sont très variables et fonction des caractéristiques du projet et de l'urbanisation de la zone considérée.

❖ ***Pleyel - Villejuif***

Ce tronçon longe la Seine dans le centre de Paris. Pour l'essentiel, les travaux sont déjà réalisés, en particulier le franchissement de la Seine en souterrain par la Ligne 14 au niveau de la Bibliothèque François Mitterrand. La section restant à construire n'est pas concernée par les problématiques de franchissement et de zone inondable.

❖ ***Le Bourget - Descartes/Noisy***

Ce tronçon est concerné par la Marne au niveau de Noisy-le-Grand. Les impacts sont similaires à ceux du tronçon La Défense - Pleyel.

❖ ***Descartes/Noisy - Villejuif***

La particularité de ce tronçon, est que le fuseau traverse deux fois la Marne dans la boucle de Saint-Maur-des-Fossés (94) et une fois la Seine au niveau de Créteil (94).

Suivant la position du tracé dans le fuseau, la problématique est différente :

- la distance entre les deux sections de la Marne est d'environ 1 km pour une position Nord, la topographie de la zone intermédiaire étant marquée, la dénivellée atteint 15 à 20 m au niveau de l'Avenue des Canadiens (en limite de Paris et de Saint-Maur) et environ 30 m au niveau de l'Arboretum du Bois de Vincennes,
- cette distance atteint plus de 5 km pour une position Sud, avec une topographie un peu moins marquée.

Le franchissement aérien par un tracé Nord peut être envisagé par une succession de type pont - tunnel - pont, les ouvrages étant directement reliés entre eux.

Pour un tracé Sud, les deux ponts restent nécessaires, mais le recours au tunnel est nettement moins légitime : la distance permet de gérer la dénivellée avec la pente maximale de la voie.

Dans les deux cas, deux ponts sont nécessaires pour franchir la Marne.

Il en est de même pour franchir la Seine.

❖ ***Villejuif - Boulogne Billancourt***

Ce tronçon est concerné par la Seine au niveau de Boulogne-Billancourt et d'Issy-les-Moulineaux. Les impacts sont similaires à ceux du tronçon Saclay - La Défense.

★ ***Phase exploitation***

L'exploitation ne génère pas d'incidence sur les eaux superficielles.

Passage souterrain

★ *Phase travaux*

En dehors de l'incidence des ouvrages annexes, le projet n'a pas d'impact sur les eaux superficielles : il n'intercepte pas de thalweg, il ne perturbe pas les écoulements.

L'incidence des ouvrages annexes est principalement liée à leur construction en zone inondable. La mise en place des ouvrages est susceptible de prendre des volumes et des surfaces à la crue qui devront être compensés.

Le passage en souterrain est un avantage du point de vue des eaux superficielles : il supprime une bonne partie des contraintes et des impacts qui leurs sont liés.

C'est particulièrement vrai pour le tronçon Descartes/Noisy - Villejuif où le fuseau traverse deux fois la Marne et une fois la Seine. Le passage en souterrain permet de s'affranchir à la fois des contraintes liées aux franchissements et de celles liées à la topographie.

★ *Phase exploitation*

L'exploitation ne génère pas d'incidence sur les eaux superficielles.

III.5.4 Propositions de mesures d'évitement et de réduction

L'application de la réglementation sur l'eau relative aux eaux souterraines (code de l'environnement, code rural, code de l'urbanisme, code civil) incite fortement à minimiser les impacts du projet en intégrant à la conception les éléments d'évitement et de réduction.

En effet, le projet sera soumis à étude d'impact et dossier d'incidence sur l'eau, documents dont l'élaboration conduit à une évaluation précise des effets du projet sur l'environnement, dont les eaux superficielles. La réglementation précise que l'élaboration de ces documents peut être utilisée comme une aide à la conception d'un projet ayant le moins d'impact possible.

Il sera fait application des articles R214-2 à 31 du code de l'environnement relatifs aux procédures des projets soumis à autorisation au titre de la réglementation sur l'eau, l'article R214-1 dudit code contenant la nomenclature permettant de définir le niveau de procédure.

L'analyse du projet dans sa compatibilité au SDAGE, point essentiel de l'analyse réglementaire, est un point important dans l'élaboration de mesures d'évitement et de réduction. Les éléments relatifs à la préservation de la ressource en eau sont fondamentaux dans cette analyse.

L'analyse de la conformité du projet au Plan de Prévention des Risques d'Inondations permettra de l'améliorer sur ce point.

Scénario aérien (sol et surélevé)

★ *Mesures d'évitement*

En ce qui concerne le franchissement des cours d'eau, quelque soit leur taille, l'évitement consiste à faire en sorte que le franchissement n'ait aucune incidence sur le cours d'eau. Il s'agit donc de faire, soit des ouvrages d'art à une arche dont les ancrages ne modifient pas les berges du cours d'eau, soit un tunnel dont les entrées sont suffisamment éloignées du cours d'eau. Ces solutions sont envisageables au stade actuel du projet, mais elles ont une influence directe sur le tracé de part et d'autre de l'ouvrage. Elles ne sont cependant pas possibles partout.

En ce qui concerne les zones inondables, la mesure d'évitement consiste à éviter l'implantation des ouvrages dans les zones inondées par la crue 1910. C'est difficilement envisageable au niveau des franchissements de grands cours d'eau.

En ce qui concerne l'interception de thalwegs, les mesures d'évitement sont impossibles à mettre en place : le projet ne peut pas ne pas intercepter de thalweg.

★ *Mesures de réduction*

Les mesures de réduction d'impact résident dans la conception des formes des ouvrages implantés. Par exemple, une pile de pont implantée dans un cours d'eau perturbera nettement moins l'écoulement si sa section transversale a une forme hydrodynamique (en forme de corps de poisson par exemple) par rapport à

une section de forme carrée ou ronde.

Il en est de même pour les ancrages en berge, dont on peut chercher à réduire l'incidence sur la diminution de la section en travers du cours d'eau en jouant sur les formes.

Scénario souterrain

Seuls les ouvrages annexes ont des impacts négatifs sur les eaux superficielles. Les impacts étant similaires à ceux du passage aérien ou terrestre, les mesures sont également similaires.

III.5.5 Impacts résiduels après la mise en place de mesures

Les impacts résiduels relatifs aux franchissements de cours d'eau peuvent être très faibles voire nuls.

Les impacts résiduels relatifs aux zones inondables peuvent, dans certaines circonstances, rester significatifs. En effet, il est envisageable que la compensation volumique et/ou altimétrique intégrale ne soit pas possible, en particulier lorsque des remblais importants liés à la topographie sont prévus.

Les impacts résiduels relatifs à l'interception des thalwegs sont en général faibles. Ils résident principalement dans la concentration des écoulements issus des ruissellements. La dispersion des écoulements réalisée en aval ne rend pas complètement l'étalement de la lame d'eau et le caractère diffus de l'écoulement pouvant exister avant la réalisation du projet. Les conséquences de cette concentration peuvent être localement importantes, en particulier dans les thalwegs à forte pente.

III.5.6 Propositions de mesures compensatoires

Scénario aérien (sol et surélevé)

Ce type de mesures est typiquement employé pour compenser les volumes pris à la crue en zone inondable.

La réglementation PPRI impose une compensation volumique : tout volume pris à la crue doit être compensé par la création d'espaces accessibles par les eaux.

Dans certaines zones de la Région Ile-de-France, la compensation exigée est à la fois volumique et altimétrique : la compensation volumique doit se faire par tranche altimétrique, ce qui est beaucoup plus difficile à réaliser et peut conduire à ne pas faire certains projets.

La réglementation code de l'environnement (rubrique 3.2.3.0 de l'article R214-1) raisonne en surface inondée et en incidences sur le voisinage, en particulier sur l'extension des surfaces inondées. Les compensations visent alors à réduire ces incidences.

III.6 Faune - Flore

III.6.1 Définition des types d'impacts potentiels du projet

L'objectif de l'expertise ciblée sur les espèces et les milieux naturels dans le cadre de cette évaluation environnementale est **d'anticiper autant que possible les impacts que pourrait engendrer la concrétisation de ce projet** de métro automatique dans la zone d'étude. Cette analyse s'appuie sur les données récoltées et traitées lors de la phase 1.

Définition du terme « Impact »

Il n'existe pas de définition claire du terme « impact ». Pour certains auteurs un impact peut être considéré comme le résultat d'un effet négatif sur un environnement équilibré et stable (Melki, 2002). Il sera considéré dans la suite de ce document une définition plus neutre de l'impact, se rapprochant davantage de celle acceptée pour la notion de « risque » et pouvant se définir comme l'expression d'une modification des paramètres d'un système (effet) conditionné par l'aptitude intrinsèque du système à réagir à ces modifications (sensibilité) :

IMPACT = Effet x Sensibilité

☞ Par souci de cohérence, la typologie des impacts employée reprend celle rencontrée dans les dossiers d'étude d'impact. Il convient cependant de rappeler que dans le cadre d'une évaluation environnementale, le niveau de précision est moindre.

Typologie des impacts

La réglementation oblige les experts à distinguer différentes catégories d'impacts au regard des dimensions temporelle (durée) et spatiale (type) de ceux-ci. La typologie retenue utilisée l'est par la plupart des guides méthodologiques relatifs aux études d'impacts (Melki, 2002) :

- Les impacts directs sont les impacts résultant de l'action directe de la mise en place ou du fonctionnement de l'aménagement sur les milieux naturels. Pour identifier les impacts directs, il faut prendre en compte à la fois les emprises de l'aménagement mais aussi l'ensemble des modifications qui lui sont directement liées (zone d'emprunt et de dépôts, pistes d'accès,..) ;
- Les impacts indirects correspondent aux conséquences des impacts directs, conséquences se produisant parfois à distance de l'aménagement ;
- Les impacts permanents sont les impacts liés à l'exploitation de l'aménagement ou aux travaux préalables et qui seront irréversibles ;
- Les impacts temporaires correspondent généralement aux impacts liés aux

travaux ou à la phase d'exploitation à condition que ces derniers soient réversibles. Dans chaque cas, il convient d'évaluer l'impact permanent résiduel qui peut résulter de ce type d'impact (le dépôt temporaire de matériaux dans une zone humide peut dégrader définitivement le milieu) ;

- Les impacts induits sont les impacts non liés au projet lui-même mais à d'autres aménagements et/ou à des modifications induits par le projet (remembrement agricole après passage d'une grande infrastructure de transport, développement de ZAC à proximité des échangeurs autoroutiers). Ils seront traités dans un chapitre à part.
- Les impacts cumulés correspondent aux impacts liés à la mise en place d'autres projets et qui peuvent potentiellement s'ajouter aux impacts du projet étudié.

Types d'impacts potentiels du projet

Les incidences liées à la mise en place de ce projet d'infrastructure sur le milieu naturel s'évaluent à deux niveaux : les impacts en phase chantier et les impacts en phase d'exploitation.

Les impacts potentiels identifiables à ce stade de définition du projet ont été listés dans le tableau ci-après. Les impacts potentiels durant les étapes de ce projet sont pris en compte : avant le démarrage des travaux, pendant les travaux, pendant l'exploitation du métro automatique et les impacts liés à l'emprise de l'infrastructure ou de ses ouvrages annexes.

Une évaluation de leur niveau d'impact sur le milieu naturel ou les espèces concernées, avant la mise en place de mesures, a été effectuée en fonction du scénario envisagé : aérien, terrestre ou souterrain. Les scénarios mixtes n'ont pas été pris en compte à ce stade de la définition du projet. Cette évaluation est effectuée de manière qualitative :

- +++ : impact fort ;
- ++ : impact moyen ;
- + : impact faible.

Ces estimations sont basées sur l'impact connu d'infrastructures ayant des similarités avec les caractéristiques du futur métro automatique du Grand Paris : LGV, autoroute, ligne de tramway...

Tableau III.6.1 : Types d'impacts potentiels identifiés à ce stade du projet

Impacts possibles	Détails	Milieux/Espèces concernés	Type	Durée	Niveau d'impact en fonction du scénario		
					Aérien	Terrestre	Souterrain
Impacts avant le démarrage de la phase travaux							
Dégradation des habitats et des habitats d'espèces	Pour le passage en souterrain et en aérien, la réalisation de sondages géotechniques préalables sera nécessaire. Ces sondages permettront d'avoir une meilleure connaissance de la nature du sol.	Habitats naturels patrimoniaux, Flore patrimoniale	Direct	Temporaire	++	+	++
Destruction des habitats et habitats d'espèces (Fouilles archéologiques)	Lors de la précision du projet, suivant le scénario sélectionné et le lieu, des enjeux liés à l'archéologie peuvent être identifiés. Des fouilles archéologiques peuvent alors être entreprises, qui peuvent avoir un impact négatif sur les milieux naturels.	Habitats naturels patrimoniaux, Flore patrimoniale	Direct	Temporaire ou permanente	++	++	+
Impacts d'emprise de l'aménagement							
Destruction d'habitats naturels	Il s'agit de la destruction des habitats naturels sur l'emprise du projet.	Habitats naturels patrimoniaux	Direct	Permanent	++	+++	+ ⁴³
Destruction d'individus	Il s'agit de la destruction d'espèces animales ou végétales peu mobiles présentes sur l'emprise du projet.	Espèces végétales ou animales patrimoniales, dont en particulier les oiseaux au nid, les amphibiens, les reptiles, les invertébrés	Direct	Permanent	+++	+++	+ ³³
Destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales	Il s'agit de destructions ou dégradations d'habitats naturels qui constituent tout ou une partie de la niche écologique d'espèces animales : zone de présence habituelle, de chasse, de reproduction, d'alimentation, de repos, d'hivernage, corridors biologiques... Réduction des territoires de chasse (avifaune, chiroptères)	Toutes espèces de faune, mais en particulier les habitats aquatiques des amphibiens et des insectes, les arbres creux, les terriers et cavités servant de refuges	Direct	Permanent	++	+++	+ ³³
Enclavement de territoire	Le passage d'une infrastructure linéaire peut amener une fragmentation des habitats et donc un isolement des populations, interdire les échanges génétiques et perturber la dynamique des populations ?	Toutes les espèces de faune	Direct	Permanent	++	+++	+ ⁴⁴
Coupe d'axes de déplacement	Il s'agit de la rupture de continuités écologiques, de corridors biologiques, de couloirs de déplacements, etc.	Toutes les espèces	Direct	Permanent	++	+++	+ ³³
Impacts en phase travaux							
Dégradation des habitats et des habitats d'espèces	Il s'agit des dégradations par piétinement, eutrophisation, destruction de la végétation, etc. sur la bande de travaux (qui pourrait correspondre à 10 m de chaque côté de l'emprise du métro pour un scénario aérien) ou au niveau de l'emprise nécessaire pour le stockage des matériaux ou l'acheminement des engins... Pour le scénario souterrain, de grandes quantités de déblais seront à gérer.	Habitats naturels, toutes espèces de faune et de flore	Direct	Permanent ou temporaire	++	+++ ⁴⁵	+++
Dérangement de la faune	Il s'agit d'un dérangement sur certaines espèces sensibles engendré par le bruit, les vibrations et les mouvements d'engins et de personnes par l'activité d'extraction et le transport des matériaux.	Echec de reproduction des oiseaux, dérangement nocturne des chauves-souris en période d'estivage par pollution lumineuse...	Direct	Temporaire	+++	+++	+ ³³
Fragmentation de l'habitat de reproduction	Il s'agit d'une fragmentation temporaire d'un habitat favorable à la reproduction d'une espèce durant la période de travaux comme par exemple une prairie coupée en deux.	Amphibiens, insectes et mammifères d'intérêt patrimonial	Direct	Temporaire	++	+++	+ ³³
Coupe des axes de déplacement	Il s'agit d'une coupe temporaire d'un corridor ou axe de déplacement.	Grande faune, petits mammifères, amphibiens, oiseaux, chauve-souris principalement.	Indirect	Temporaire	++	++	+
Pollutions diverses des habitats et des habitats d'espèces	Il s'agit d'un risque de pollutions par des produits toxiques, des hydrocarbures ou des matières en suspension dans les eaux de ruissellement ou les cours d'eau, de l'accumulation de poussières sur les habitats naturels et les habitats d'espèces	Habitats naturels, toutes espèces de faune et de flore, mais en particulier les habitats aquatiques et les espèces qui les fréquentent	Indirect	Permanent ou temporaire	++	++	++
Diffusion / favorisation d'espèces végétales invasives	La mise à nu du sol peut favoriser l'installation et le développement de plantes invasives diverses, souvent très concurrentielles sur les sols perturbés	Habitats naturels	Indirect	Permanent ou temporaire	++	+++	+ ⁴⁶

⁴³ Gares et entrées de puits du tunnelier

⁴⁴ Gares, ouvrages annexes avec emprise au sol et routes jusqu'au accès pompier

⁴⁵ Bande de travaux potentiellement plus importante pour les sections aériennes et nécessité de stockage de matériaux lourds de construction

⁴⁶ Liée à l'exportation des déblais

Tableau III.6.1 : Types d'impacts potentiels identifiés à ce stade du projet

Impacts possibles	Détails	Milieu/Espèces concernés	Type	Durée	Niveau d'impact en fonction du scénario		
					Aérien	Terrestre	Souterrain
Modification du réseau hydrique	Il s'agit d'un risque, lors des travaux, de couper, de modifier un réseau de fossés, une zone humide... Pour le scénario souterrain, il s'agit du risque d'assèchement d'une zone humide, lors du creusement du tunnel dans une couche géologique gorgée d'eau et nécessitant un pompage.	Amphibiens, insectes et mollusques d'intérêt communautaire, milieux humides	Indirect	Temporaire ou permanente	+++	+++	+++
Impacts en phase exploitation							
Dérangement en phase opérationnelle	Il s'agit d'un dérangement sur certaines espèces sensibles engendré lors des interventions sur le métro ou suite à l'exploitation du futur métro automatique (pollution lumineuse, diminution des zones de « calme »...).	Toutes espèces de faune et de flore	Direct	Temporaire ou permanent	+++	++	+ ⁴⁷
Dégradation des habitats en phase exploitation	Il s'agit d'un impact généré par l'augmentation de la fréquentation humaine et donc de la pression sur les milieux naturels dans l'aire immédiate et éloignée du métro : par dégradation des habitats naturels et de la flore associée ; par dégradation des habitats naturels, de la faune associée et des habitats d'espèces de faune associés (zones de reproduction, territoires de chasse, zones de transit).	Toutes espèces de faune et de flore	Indirect	Temporaire ou permanent	++	++	++
Coupure des axes de déplacements	Il s'agit notamment du risque de collision et d'accidents des individus de certaines espèces contre les viaducs ou avec les trains.	Chiroptères, oiseaux, mammifères, amphibiens	Indirect	Permanent	+++	+++	NC
Pollution accidentelle ou pollution diffuse	Il s'agit d'un risque de pollutions par des produits toxiques, des hydrocarbures ou des matières en suspension dans les eaux de ruissellement ou les cours d'eau, de l'accumulation de poussières sur les habitats naturels et les habitats d'espèces	Habitats naturels, toutes espèces de faune et de flore, mais en particulier les habitats aquatiques et les espèces qui les fréquentent dont les amphibiens, les chiroptères...	Indirect	Temporaire ou permanent	+	+	+
Modification des conditions stationnelles	Pour le scénario aérien, il est probable que le milieu situé sous l'ouvrage soit désavantagé : ombrage important, sécheresse...	Flore et habitats naturels patrimoniaux	Indirect	Permanent	++	+	+
Modification de l'occupation du sol	Lors de la remise en état, il s'agit du risque de ne pas retrouver l'habitat initial à cause d'un tassement du sol, du non-respect des couches pédologiques, d'une perturbation de la filtration de l'eau...	Habitats naturels patrimoniaux	Indirect	Permanent	+	++	+

Légende : NC : Non concerné par cet impact désigné. ; + : impact faible ; ++ : impact moyen ; +++ impact fort

Note importante : L'évaluation des impacts ne concerne pas de scénarios mixtes (aérien/souterrain, aérien / terrestre...).

⁴⁷ Au niveau des gares principalement

III.6.2 Analyse des impacts du projet

Impacts globaux par scénario

★ *Scénarios aérien et terrestre*

L'évaluation des impacts du projet de métro automatique souligne les incidences moyennes à fortes des scénarios aérien et terrestre, avant la mise en place de mesures. L'impact principal relevé est **l'effet d'emprise au sol** nécessaire à l'implantation du futur métro automatique et qui variera entre 8 et 20 m de large, hors zone tampon en phase travaux et gares selon le scénario. C'est de cet effet que découle une part importante des incidences négatives répertoriées : destruction d'habitats et d'espèces remarquables, que ce soit des espèces végétales (destruction à cause de l'emprise) ou animales (surmortalité à cause de la coupure d'axes de déplacement pour les mammifères, chiroptères, et amphibiens notamment), fragmentation du territoire, entraînant une augmentation de l'artificialisation et une perte de fonctionnalité écologique de ce territoire déjà très urbanisé.

D'après la description du projet pour ces deux scénarios, il semblerait que l'option aérienne ait un impact moindre par rapport à l'option terrestre, du fait d'une emprise au sol irrégulière. A ce stade, il n'est pas possible de savoir si les espaces naturels ou semi-naturels localisés sous le viaduc conserveront des caractéristiques identiques après l'implantation du métro automatique. Sont notamment visés les effets d'ombrage et d'alimentation en eau qui peuvent être perturbés et ainsi avoir des conséquences sur les espèces végétales en place.

L'option aérienne limiterait cependant les coupures d'axes de déplacement dans certains secteurs (plaine, prairie...) et par conséquent la surmortalité d'individus liée à la coupure de corridors mais son impact sur le déplacement de l'avifaune et des chauves-souris sera tout de même à étudier sur certains secteurs, notamment au niveau des vallées et des boisements, afin d'éviter notamment les risques liés aux collisions d'individus avec les trains.

Par ailleurs, la construction de passages surélevés aura probablement pour conséquence une augmentation de l'emprise en phase travaux, afin de permettre l'acheminement des matériaux lourds de construction, nécessaires à ce type de structure. Lors de la traversée d'espaces naturels ou semi-naturels, cette emprise sera à limiter le plus possible pour préserver au maximum les habitats et les espèces présentes.

Pour les options aériennes et terrestres, deux incidences potentiellement négatives de la phase travaux seront à traiter avec soin :

- Le dérangement que les travaux pourront entraîner sur les espèces, et particulièrement les espèces d'oiseaux nicheuses et les chiroptères. Ce dérangement pourra être limité si plusieurs mesures simples sont appliquées :
 - L'adaptation du calendrier des travaux en fonction des périodes de nidification
 - La limitation de l'emprise en phase travaux au

- passage de secteurs sensibles ;
- La limitation de l'éclairage du chantier la nuit (pollution lumineuse).
- La dissémination d'espèces invasives, qui pourra être favorisée lors des opérations de transport de terres végétales (déblais / remblai). Cette incidence pourra être réduite en mettant en place une gestion des terres de déblais / remblais.

En phase d'exploitation, deux incidences principales pour les scénarios terrestre et aérien sont à signaler :

- le dérangement potentiel (lumière, bruit, vibration) des espèces animales telles que les oiseaux, les chiroptères ou les insectes ;
- le risque de collision lié à la coupure d'axes de déplacement, qui pourra être réduit grâce à une prise en compte en amont (études complémentaires...) et des mesures de réduction comme la mise en place de passages à faune, de barrières végétales pour forcer les oiseaux à passer au-dessus des trains...

★ **Scénario souterrain**

Les impacts du scénario souterrain du projet de métro automatique sur les espèces et les milieux naturels sont **réduits**. Seuls les ouvrages annexes auront effectivement une emprise au sol. Plusieurs sont nécessaires, comme les gares ou encore les accès pompiers (tous les 800 m), les postes de redressement (tous les 1 500 m environ) ou encore les ouvrages de ventilation (tous les 1600 m au minimum). Afin d'optimiser l'insertion environnementale de ce scénario, la localisation de ces ouvrages annexes se fera préférentiellement dans des secteurs urbanisés ou prendra en compte au maximum les enjeux écologiques des secteurs choisis.

Les **principaux impacts potentiels** identifiés sont liés à la **phase travaux**. La traversée des cours d'eau et des nappes d'eaux en souterrain, les points d'entrée du microtunnelier, les nuisances potentielles liées aux creusements du tunnel (vibrations) et le stockage des matériaux sont les étapes importantes à considérer en phase travaux afin de réduire les impacts sur le milieu naturel.

Le fuseau coupe effectivement à plusieurs reprises la Seine et la Marne ainsi que les canaux de Saint-Denis, de l'Ourcq, de Chelles et concerne d'importantes masses d'eau souterraines. Ces points sont autant de **risques de pollution** ou de **modifications du réseau hydrique**, qui sont considérés comme des impacts potentiels moyens voire forts au vu des enjeux écologiques des secteurs considérés. Effectivement, pour les besoins de la construction du tunnel, des détournements ou des pompages d'eau pourraient être envisagés afin de rabattre le niveau de la nappe ou de limiter les quantités d'eau présentes dans les roches traversées. Ces méthodes peuvent avoir d'importantes incidences sur les zones humides alimentées ou en relation avec les masses traversées, et par conséquent sur les espèces inféodées à ces espaces. Des études complémentaires seront nécessaires pour préciser les incidences potentielles et nécessiteront la mise en place de mesures de réduction voire de compensation, qui devront être précisée ultérieurement.

☞ Il convient de se référer à la partie III.4 et III.5 du présent rapport pour de plus amples renseignements.

Concernant la localisation des puits du microtunnelier et des zones de stockage des matériaux de déblais, leur situation devra là encore tenir compte au maximum des enjeux écologiques, en limitant par exemple l'emprise sur les milieux naturels ou encore le dérangement provoqué par les poids lourds évacuant les déblais. A ce stade, il convient de se référer à la partie III.6.3 « Propositions de mesures d'évitement et de réduction » pour avoir des premiers éléments de réponse.

Concernant les nuisances potentielles liées à la production de vibration, il convient de se référer à la partie III.3.2 pour de plus amples informations sur ce thème. Ces incidences potentielles seront à investiguer lors de la précision du projet et des techniques employées.

☞ Bien qu'optimal en termes d'impact sur le milieu naturel, en comparaison des scénarios aérien et terrestre, le scénario souterrain de ce projet de métro automatique aura des impacts localisés et disséminés sur l'ensemble du tracé en raison de la création ou de l'agrandissement de gares, des ouvrages annexes localisés en surface (accès pompier, ...) ou des lieux de stockage temporaires des matériaux nécessaires au chantier ou des déblais.

Au niveau du fuseau d'étude

Suite à la définition des impacts potentiels généraux d'un projet d'infrastructure linéaire tel que celui du métro automatique du Grand Paris, une analyse plus détaillée de ces impacts potentiels est réalisée selon 3 critères :

- Emprise potentielle sur plusieurs types d'éléments d'occupation du sol :
 - Nombre et / ou superficie de zonages concernés : zonages d'inventaire, zonages réglementaires, zonages fonciers ;
 - Nombre et superficie des cœurs de nature pour les 3 types de trames étudiées (milieux humides, milieux forestiers, milieux ouverts) ;
 - Nombre de secteurs à enjeu floristique identifié par le CBNBP avec présence d'espèces patrimoniales et/ou protégées (extrait de la base de données FLORA) ;
- Coupure de corridors écologiques pour les 3 grands types de milieux naturels : milieux humides, milieux forestiers, milieux ouverts ;
- Morcellement et fragmentation des habitats naturels.

Pour analyser le niveau d'impact par tronçon, chacun des cinq critères d'emprise a été évalué en indiquant le nombre et la surface de chaque élément présent dans chacun des tronçons et ainsi que le pourcentage que cela représente par rapport à la surface du tronçon concerné.

Le critère « corridors écologiques » a été pris en compte en donnant le nombre d'axes de déplacement présents au sein de chacun des tronçons.

Le critère « fragmentation des milieux » est pris en compte en évaluant, à dire d'expert, le potentiel morcellement ou enclavement que pourrait provoquer la mise en place d'une infrastructure linéaire en fonction du positionnement au sein du fuseau des entités de milieux naturels remarquables définis dans chacun des tronçons et leur situation par rapport aux entités de même nature présente à proximité du fuseau.

L'évaluation du niveau d'impact potentiel a été réalisée à l'aide d'une quantification des critères définis ci-dessus :

1^{ère} étape : évaluation du niveau lié aux emprises potentielles par quantification et codification des éléments :

- Zonage d'inventaire, Zonages réglementaires, zonages fonciers et cœurs de nature :
 - Si 0 à 3 zonages → 1 point
 - Si 4 à 6 zonages → 2 points
 - Si plus de 6 zonages → 3 points
- Sites d'intérêt floristiques :
 - Si 1 site → 1 point
 - Si 2 ou 3 sites → 2 points
 - Si 4 sites et plus → 3 points

Ensuite une moyenne a été réalisée en calculant la somme des points obtenus pour les cinq critères par tronçon divisée par cinq critères et arrondie au point le

plus proche. La moyenne donne 1, 2 ou 3 points

☞ Il est important de souligner que cette analyse ne prend pas en compte l'aspect réglementaire de certains zonages. Cependant, il est important de préciser que les sites Natura 2000 de la région Ile-de-France ont tous eu la note maximale de 3 points sur le critère « zonage ».

2^e étape : Evaluation du niveau d'impact global en prenant en compte les 3 critères : emprise, corridors écologiques et fragmentation des habitats.

La note obtenue pour chacun des critères pour chaque tronçon en additionnant les notes des critères définit le niveau d'impact écologique global du tronçon

- Si la somme est comprise entre 3 et 4 : niveau d'impact écologique global faible ;
- Si la somme est comprise entre 5 et 7 : niveau d'impact écologique global modéré ;
- Si la somme est comprise entre 8 et 9 : niveau d'impact écologique global fort.

Tableau III.6.2-1 : Evaluation des impacts sur le milieu naturel par tronçon

TRONÇON	EMPRISE								COUPURE AXES DE DEPLACEMENT	FRAGMENTATION DES HABITATS	EVALUATION NIVEAU DES IMPACTS PAR TRONÇON
	Cœurs de nature		Zonage d'inventaire		Zonage réglementaire		Zonage foncier	Secteurs à enjeux flore			
	Nombre	Surface	Nombre	Surface	Nombre	Surface	Nombre	Nombre			
Tronçon A	9	226.09	-	-	-	-	1	1	1	++	
Tronçon B	20	242.78	5	367,82	2	249,63	1	3	1	0	
Tronçon C	10	88.78	2	269,42	2	234,71	-	4	2	+	
Tronçon D	1	11.01	-	-	3	16,43	12	1	-	0	
Tronçon E	2	201.42	2	203,14	12	193,40	12	-	-	0	
Tronçon F1	29	951.94	3	67,47	32	1 389,10	5	1	5	+	
Tronçon F2	19	708.14	4	123,18	22	1 369,60	25	1	1	++	
Tronçon G	12	701.78	5	391,78	4	1 113,40	1	1	4	++	
Tronçon H	12	291.26	-	-	5	347,18	4	1	4	+	
Tronçon I	17	226.43	1	-	3	18,23	1	-	1	0	
Tronçon J	8	27.71	-	-	1	1,93	1	1	-	0	
Tronçon K	1	3.78	2	51.9	-	0	1	1	-	0	
Tronçon L	5	18.58	3	22,79	5	30,99	-	-	-	0	
Tronçon M	24	644.05	11	742,58	8	307,68	7	4	8	++	
Tronçon N	-	-	1	0,05	11	214,01	-	-	-	0	
Tronçon O	1	2.54	1	1,23-	9	1 336,24	-	-	-	0	

Résultats :

Globalement sur l'ensemble du fuseau, le niveau d'impact écologique est plutôt faible (10 tronçons sur 16). Sur ces tronçons, aucun des critères n'est vraiment discriminant et tous restent faibles sauf pour les tronçons A et C où le critère fragmentation est supérieur aux autres, et le tronçon E pour lequel le critère emprise est légèrement plus important que pour les autres tronçons.

4 tronçons ont un niveau d'impact écologique global modéré avec pour les tronçons F2 et G un critère fragmentation discriminant.

2 tronçons ont un niveau d'impact écologique global fort pour lesquels les 3 critères sont quasiment tous très discriminants.

Au niveau du fuseau d'étude

Afin de préciser la localisation des impacts potentiels identifiés à ce stade au niveau des tronçons, il est rappelé le niveau d'enjeu écologique des tronçons identifiés en phase 1.

Tableau III.6.2-2 : Récapitulatif des enjeux par tronçons

Numéro du tronçon	Localisation	Enjeux écologiques identifiés
A	De Gonesse à Roissy	Faibles à moyens
B	De Bonneuil-en-France à Livry-Gargan	Moyens
C	De Saint-Ouen à Drancy	Moyens
D	De Colombes à Villeneuve-la-Garenne	Faibles
E	De Rueil-Malmaison à Courbevoie	Faibles
F1	De Chatou à Versailles	Moyens à forts
F2	De Suresnes à Ville d'Avray	Moyens
G	De Buc à Saclay	Moyens à forts
H	De Saclay à Palaiseau	Moyens
I	De Massy à Paray-Vieille-Poste	Faibles
J	De Villejuif à Orly	Très faibles
K	De Créteil à Vitry-sur-Seine	Faibles à moyens
L	De Villiers-sur-Marne à Créteil	Moyens
M	De Livry-Gargan à Noisy-le-Grand	Forts
N	De Boulogne-Billancourt à Bagneux	Faibles
O	Traversée de Paris	Très faibles

☞ A ce stade de définition du projet, une analyse fine des impacts potentiels n'est pas possible et devra être effectuée lors de la précision du projet (tracé, scénario choisi et localisation des gares).

★ Scénario aérien / terrestre

Les tronçons dont l'enjeu écologique a été identifié comme très faibles à faibles correspondent à des secteurs densément urbanisés où les milieux naturels ou semi-naturels sont restreints et correspondent généralement à des parcs urbains (Parc des Chanteraines, Bois de Boulogne...). Ces espaces présentent davantage d'enjeux en termes de « qualité du cadre de vie » que pour la présence d'espèces animales et/ou végétales protégées et/ou remarquables, même si ces deux aspects ne sont pas incompatibles. Pour la thématique « Faune-Flore-milieux naturels » strictement, l'évaluation de l'impact de l'effet d'emprise, et des conséquences négatives qui en découlent (destruction d'habitat, d'individus, dégradation de l'habitat, fragmentation, ...) et différents impacts en phase travaux et en phase d'exploitation (dérangement, dégradation...) est considérée

comme faible, à cette échelle de travail. Six tronçons sont concernés (D, E, I, J, N, O).

Pour les tronçons A, K, B et C, des enjeux localisés (à l'échelle de travail) ont été identifiés dans le fuseau d'étude. Au niveau de l'aéroport Roissy-Charles De Gaulle, les surfaces urbanisées et artificialisées représentent une part importante du tronçon. Cependant, des couples nicheurs d'*Œdicnème criard* ont été observés dans l'enceinte de l'aéroport et les terres agricoles autour sont susceptibles d'être utilisées par cette espèce. Pour le tronçon K, la traversée de la Seine et la présence du Parc des Lilas constituent également des enjeux localisés, pour lesquels l'implantation d'un projet d'infrastructure tel que le métro automatique du Grand Paris aurait un impact potentiellement fort, notamment en aérien / terrestre (emprise, destruction d'individus...). Dans ces secteurs et s'il s'avère qu'ils sont concernés par le tracé retenu, il est nécessaire de réaliser des inventaires complémentaires pour localiser plus finement les zones d'intérêts et préciser les impacts. **Pour les tronçons B et C, les secteurs à enjeux se situent au niveau des entités du site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », dont les incidences potentielles identifiées à ce stade du projet sont traitées dans la partie III.6.8.**

Pour les autres tronçons, malgré une échelle de travail importante (fuseau de 3 km de large minimum), dans leur quasi-totalité, zones urbaines exclues, des enjeux écologiques ont été identifiés (rôles dans les continuités écologiques, espaces ou espèces protégés...). Les incidences potentielles d'un passage en aérien ou terrestre peuvent être considérées comme moyennes à fortes, essentiellement à cause de l'impact lié à l'emprise et de ces conséquences (destruction d'habitats, d'espèces, fragmentation du territoire...).

Plusieurs points de passages du projet peuvent également avoir des incidences potentiellement fortes : les traversées de la Seine et de la Marne, la présence d'espèces végétales protégées étant potentielles sur une grande partie du linéaire de berge. Des inventaires floristiques notamment seront donc nécessaires à ce niveau, pour un scénario aérien / terrestre.

Tableau III.6.2-3 : Evaluation des impacts potentiels par tronçon

Numéro du tronçon	Impacts potentiels	Détails
A	Localisés	Terres agricoles et présence d'œdicnème criard, protégé nationalement et listé en annexe I de la Directive Oiseaux
B	Localisés mais potentiellement fort	Parc de la Courneuve, entité du site Natura 2000
C	Localisés mais potentiellement fort	Parc du Sausset et Parc de la Poudrerie, entités du site Natura 2000
D	Faibles	Zones urbanisées dominantes
E	Localisés	Forêt de la Malmaison
F1	Moyens à forts	Forêt de Fausse Repose, de Louveciennes
F2	Moyens	Contexte urbain, forêt de Fausse Repose, Mont Valérien, Parc de Saint Cloud
G	Forts	Mares et mouillères du plateau de Saclay, Etang de Saclay
H	Moyens	Plateau de Saclay
I	Faibles	Zones urbaines dominantes
J	Faibles	Zones urbaines dominantes
K	Localisés	Seine
L	Localisés	Traversée de la Marne, APPB Ile de la Marne, quelques secteurs de friche
M	Forts	Entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »
N	Faibles	Zones urbaines dominantes
O	Faibles	Zones urbaines dominantes

★ *Scénario souterrain*

Les impacts potentiels du scénario souterrain, hors emprise liée aux gares et ouvrages annexes, sont réduits, en comparaison de ceux d'un scénario aérien ou terrestre. Les impacts potentiels liés à l'emprise sont potentiellement forts mais sont limités aux ouvrages annexes et aux gares.

Pour les incidences potentielles liées aux risques de pollution ou aux modifications du réseau hydrique, toutes les zones humides de la zone d'étude peuvent être potentiellement impactées : traversée de la Seine, de la Marne, mares au niveau de plusieurs entités du site Natura 2000, réseau de mares et mouillères du plateau de Saclay... Des études complémentaires seront nécessaires pour évaluer cette incidence sur la flore et la faune.

III.6.3 Propositions de mesures d'évitement et de réduction

Mesures d'évitement

La mesure privilégiée sera bien évidemment l'évitement de l'espèce ou de l'habitat patrimonial identifié.

Afin de prendre en compte les enjeux écologiques le plus en amont possible, une carte de « sensibilité écologique », localisant les zones à enjeux écologiques, a été réalisée (Carte III.6.3). Elle a été construite en combinant les données issues de la Base de données Flora du CBNBP localisant les espèces protégées et/ou patrimoniales, les zonages d'inventaire et réglementaire et les secteurs ayant un rôle moyen à fort dans la fonctionnalité du territoire (cf. état initial).

Aucune hiérarchisation dans les secteurs à enjeux écologiques n'a été effectuée à ce stade de l'étude. L'objectif de cette carte est la localisation des espaces naturels et semi-naturels, qui ont un intérêt faunistique, floristique et/ou écologique, afin qu'ils soient pris en compte lors de la précision du projet de métro automatique et dans le choix du scénario. Une distinction a été faite entre les espaces naturels et semi-naturels (sensibilité forte) d'une part et les secteurs fortement artificialisés tels que les canaux et les espaces ouverts des aéroports, et les corridors dont la pertinence est moindre d'autre part (sensibilité moyenne).

Si l'évitement n'est pas envisageable, des mesures d'atténuation (ou de réduction) seront mises en place afin que l'impact résiduel soit faible ou nul. Si ce n'est pas le cas et si aucune autre alternative techniquement et financièrement intéressante et faisable n'est trouvée, la transplantation ou la récolte de boutures ou de graines s'agissant de la flore par exemple pourra être envisagée. Des mesures de compensation seront alors à prévoir, en plus de la réalisation de dossiers réglementaires éventuels (dossier de dérogation de destruction d'espèce protégée...).

Mesures de réduction générale

Le tableau ci-après présente les mesures de réduction générales proposées et les met en relation avec les impacts identifiés dans la partie III.6.1. Ces mesures ont été numérotées selon le code suivant :

A pour mesures d'accompagnement, R pour mesures de réduction et S pour suivi.

☞ Cette liste est loin d'être exhaustive et sera complétée ou modifiée lors de la précision du projet.

☞ Pour le **scénario souterrain**, les mesures de réduction énoncées ne s'appliquent qu'aux ouvrages annexes et aux gares, qui seront localisés en surface.

Tableau III.6.3 : Mesures de réduction générale proposées en fonction de l'impact identifié

N° mesure	Impacts potentiels	Mesures de réductions	Commentaires	Habitats et espèces concernés	Scénario
Mesures avant le démarrage de la phase travaux					
R01	Emprise en phase travaux	Réduire l'emprise en phase travaux au passage des zones à enjeux écologiques	Limiter la destruction ou la dégradation d'habitats naturels Limiter le dérangement des espèces présentes	Habitats naturels, habitats et espèces patrimoniaux, sites à enjeux ...	Aérien - terrestre - souterrain
A01	Destruction d'individus Dégradation/destruction d'habitats	Former le personnel de chantier aux enjeux des milieux traversés	Permettre la reconnaissance fortuite éventuelle d'espèces par les acteurs du chantier	Espèces protégées et/ou patrimoniales	Aérien - terrestre - souterrain
R02	Destruction d'individus	Réaliser les déboisements en automne	En cas de coupe d'arbres d'intérêt faunistique (arbres âgés ou présentant des cavités), l'arbre coupé sera laissé au sol en bordure de bande de travaux.	Chauves-souris forestières, oiseaux forestiers nicheurs, Organismes saproxylophages	Aérien - terrestre - souterrain
R03	Dérangement en période de reproduction	Adapter le calendrier des travaux en fonction des périodes de reproduction			
Mesures en phase travaux					
R04	Destruction/Dégradation de l'habitat	Favoriser au maximum l'installation du chantier et des voies d'accès au chantier en dehors des habitats naturels (forêts, prairies et zones humides).	Cette recommandation est également valable pour la localisation des déblais-remblais et les puits d'entrée du microtunnelier pour le scénario souterrain.	Habitats naturels, habitats et espèces patrimoniaux, sites à enjeux ... Cf. carte sensibilité écologique	Aérien - terrestre - souterrain
R05	Dérangement des espèces lors de la phase travaux	Limiter la vitesse des engins à 30 km/h dans ou à proximité des zones à enjeux	Réduire la vitesse des engins permettra de limiter la production de poussière et donc les nuisances potentielles	Faune / Flore	Aérien - terrestre - souterrain
R06		Ne pas éclairer le chantier la nuit	Les lumières perturbent fortement les insectes nocturnes, certains oiseaux et certaines chauves-souris.	Insectes, oiseaux nocturnes, chauves-souris	Aérien - terrestre - souterrain
R07	Dégradation de l'habitat et/ou destruction d'individus suite à une pollution	Lutter contre les pollutions dues aux engins lors des travaux	Utiliser des engins fonctionnant à l'huile végétale, véhicules électriques...	Habitats naturels, habitats et espèces patrimoniaux, sites à enjeux, Amphibiens ...	Aérien - terrestre - souterrain
R08		Installer systématiquement des clôtures temporaires étanches à la traversée des milieux naturels (prairies, milieux forestiers, mares, etc.)	Vidanger hors des milieux naturels... Limiter les risques de pollution en évitant la sortie des eaux de ruissellement en dehors de la bande de travaux, notamment à proximité des mares, qui sont un habitat de reproduction des amphibiens.		
R09	Dissémination d'espèces à caractère envahissant, modification de l'habitat	Elaborer des procédures de gestion des déchets verts, des déblais/remblais par secteur avant le début	Ne pas importer ou stocker de terres excédentaires sur des milieux naturels	Habitats naturels, habitats et espèces patrimoniaux, sites à enjeux ...	Aérien - terrestre - souterrain

Tableau III.6.3 : Mesures de réduction générale proposées en fonction de l'impact identifié

<i>N° mesure</i>	<i>Impacts potentiels</i>	<i>Mesures de réductions</i>	<i>Commentaires</i>	<i>Habitats et espèces concernés</i>	<i>Scénario</i>
S01		des travaux	Suivi de la recolonisation par les espèces invasives des remblais et déblais dans les secteurs écologiquement sensibles		
		Prévoir un suivi de chantier environnemental			
R10	Coupure d'axes de déplacement Destruction d'individus	Installer systématiquement des clôtures temporaires étanches avant la phase terrestre des amphibiens	Mise en place de crapauducs	Amphibiens	Aériens - Terrestre
R11	Modification du réseau hydrique en phase travaux ou lors de la remise en état	Respecter strictement la topographie initiale au moment de la remise en état y compris au niveau des canaux et des petites dépressions.	Ne pas modifier l'alimentation en eau de secteurs à enjeux écologiques	Habitats aquatiques, Flore des zones humides, amphibiens, chiroptères...	Aérien - terrestre - souterrain
R12	Modification de l'occupation du sol lors de la remise en état	Ne pas ensemercer lors de la remise en état des milieux naturels (prairies, pâtures, landes, milieux forestiers), et les laisser se revégétaliser spontanément grâce à la banque de semences naturelles Stocker les horizons de surface des sols en vue d'une revégétalisation	Favoriser la réimplantation d'espèces indigènes locales Ne pas mélanger les horizons de terre	Habitats naturels, habitats et espèces patrimoniaux, sites à enjeux ...	Aérien - terrestre
R13	Dégradation des habitats et des habitats d'espèces lors de la remise en état	Maintenir et/ou reconstituer les berges	Conserver des berges à pentes douces pour permettre une recolonisation étagée par les espèces végétales. Conserver des berges abruptes favorables au Martin pêcheur dans les secteurs concernés	Poissons, flore des zones humides, avifaune	Aérien - terrestre - souterrain
Mesures en phase d'exploitation					
R14	Dérangement (bruit, lumière, vibrations)	Limiter au maximum l'éclairage de la ligne Installer un éclairage adapté	Limiter le dérangement des espèces nocturnes	Insectes, chiroptères, oiseaux	Aérien - terrestre - souterrain
R15	Coupure d'axes de déplacement Destruction d'individus	Installer des passages à faune Faciliter le passage des individus au-dessus des installations	Installations de crapauducs, de passage « grande faune », de barrière d'envol...	Amphibiens, oiseaux, mammifères dont chiroptères	Aérien - terrestre - souterrain

Mesures de réduction spécifique

Pour le scénario aérien, la construction de viaduc est susceptible d'interférer avec les déplacements de l'avifaune et des chauves-souris plus particulièrement. Ces interactions pourront faire l'objet d'études complémentaires, lors de la précision du projet. Pour les chiroptères, les risques de collision sont élevés dans les zones de lisières et dans les secteurs forestiers (Setra, 2008) mais sont dépendants de la hauteur de l'ouvrage. Les risques les plus importants sont répertoriés pour les infrastructures situées entre le niveau du sol et le sommet des arbres.

A titre d'information, sont présentés ci-après les équipements nécessaires pour limiter voire compenser cette incidence.

Pour limiter les risques de collisions, des systèmes de barrière végétale par exemple pourront être installés pour obliger les oiseaux ou les chauves-souris à passer au-dessus de l'ouvrage (cf. figure ci-dessous). Cette mesure est applicable aussi bien pour le scénario aérien que terrestre.

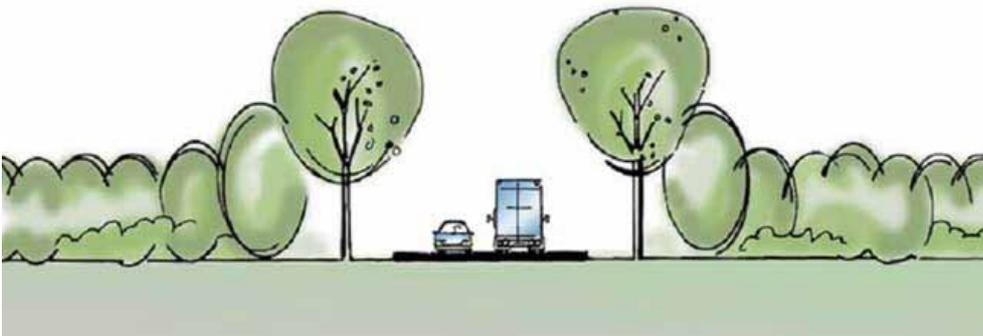


Figure III.6.3-1 : Schéma d'un tremplin vert "Hop-over" pour inciter les oiseaux et/ou les chauves-souris à passer au-dessus de l'infrastructure de transport, ici une route. (Kruidering *et al.*, 2005).

Pour les chauves-souris, les portions en viaduc dans des secteurs favorables (traversée de boisements, lisières...) sont propices à l'installation de gîtes artificiels sous le viaduc, afin de compenser la perte de cavités liée à un déboisement éventuel et également de compenser indirectement la mortalité éventuelle des chiroptères par collision de rames. Son entrée devra être située en contrebas du tablier pour limiter le risque de mortalité lors de la sortie du gîte.

Suivis à prévoir

La bonne conduite de la phase travaux sera assurée par un **suivi de chantier environnemental**. Ce suivi consiste à la fois à **informer les équipes du chantier** et de **localiser** précisément, à l'aide d'un balisage adapté, **les espèces et les secteurs à enjeux**.

Aussi, des réunions d'information pourront être prévues au début de la phase de travaux afin de présenter et de localiser les mesures de précautions et de réductions spécifiques pour la faune et la flore aux différentes équipes amenées à intervenir sur le chantier.

Afin d'éviter tout risque de circulation d'engins en dehors de la zone d'emprise prévue sur des habitats fragiles comme les mares, les roselières, les zones de dépressions ou de stations de flore remarquable, les habitats ou habitats d'espèces d'intérêt communautaire, un repérage terrain avec un expert écologue permettra de les localiser et de mettre des balises.

Pour les **secteurs à forts enjeux**, un **suivi de chantier spécifique**, plus « soutenu » sera mis en place pendant la phase travaux et après la remise en état. Suivant la localisation du tracé et les espèces concernées, des suivis de populations pourront être effectués, avant, pendant et/ou après la phase travaux. Ce suivi pourra s'étaler sur plusieurs années et comprendre des inventaires l'année de la remise en état puis l'année n+1 et n+2 afin de s'assurer que l'espèce est toujours présente et que la population est viable.

Ces suivis sur 3 ans permettront la réalisation d'un bilan et de s'assurer du succès des opérations de remise en état, des mesures de réduction ou de compensation envisagées.

III.6.4 Impacts résiduels après la mise en place de mesures

Scénarios aérien et terrestre

A ce stade de la définition du projet, **l'évitement des zones à enjeux écologiques**, couplé à la mise en place de mesures de réduction permet de **réduire voire d'annihiler les impacts liés à l'emprise** et aux conséquences qui en découlent. Cependant, dans deux secteurs, à l'est au niveau du **tronçon M** (limite Seine-Saint-Denis / Seine-et-Marne) et à l'ouest, au niveau des **tronçons G et H principalement** (Plateau de Saclay), la quasi-totalité du fuseau d'étude est composé de zones à enjeux écologiques. Aussi, même si l'emprise finale du métro sera réduite par rapport au fuseau d'étude, des **impacts liés à cette emprise et ces conséquences** comme la coupure des continuités ou la destruction et/ou dégradation des habitats et d'espèces végétales peuvent être **localement forts et ne pourront être réduits** dans ces secteurs notamment. Des **mesures de compensation** seront alors à prévoir pour par exemple reconstituer des corridors dégradés ou reconnecter des secteurs isolés.

Pour les scénarios aérien et terrestre, les nombreuses mesures et suivis proposés ainsi que ceux qui pourront s'ajouter lors de la phase de définition du projet permettent une meilleure prise en compte des enjeux écologiques ainsi limitent de manière significative les impacts négatifs liés à la phase travaux.

A noter pour le scénario aérien, un **impact potentiellement moyen** en ce qui concerne la **modification des conditions stationnelles**. A ce stade, ce paramètre est cependant difficilement évaluable et nécessitera une **analyse ultérieure** lors de la précision du projet.

Scénario souterrain

Pour le scénario souterrain, les **impacts liés à l'emprise sont réduits**, compte tenu d'une emprise au sol qui se limite aux ouvrages annexes et aux gares. Aussi, leur localisation devra être faite de manière à prendre en compte les enjeux écologiques au niveau du fuseau d'étude et à limiter l'impact de ces constructions via l'emploi de mesures. L'impact résiduel sera alors considéré comme faible à moyen car, dans les deux principaux secteurs à enjeux que sont la limite Seine-Saint-Denis / Seine-et-Marne et au niveau du plateau de Saclay, les enjeux écologiques sont omniprésents.

En phase travaux, les impacts liés à la **pollution accidentelle** et à la **modification, temporaire ou permanente, du réseau hydrique**, sur les milieux naturels sont **non évaluables à ce stade** de définition du projet. Ces impacts potentiels sont dépendants de la technique employée et nécessiteront des études complémentaires dans les zones où des rabattements de nappe peuvent être envisageables. A ce stade de définition du projet, seule une **identification de ces zones de sensibilité** est possible, un important travail de modélisation étant nécessaire.

Tableau III.6.4 : Impacts résiduels après mise en place de mesures en fonction du scénario choisi

Impacts possibles	Type	Durée	Mesures	Impacts résiduels après mise en place de mesures		
				Aérien	Terrestre	Souterrain
Dégradation des habitats et des habitats d'espèces lors de la réalisation de sondages géotechniques préalables	Direct	Temporaire		Faible	Faible	Faible
Fouilles archéologiques avant le démarrage de la phase travaux	Direct	Temporaire ou permanente		Faible	Faible	Faible
Destruction d'habitats naturels sur l'emprise du projet.	Direct	Permanent	1 : Evitement	Faible	Faible	Faible
			2 : Réduire l'emprise au maximum	Moyen à fort	Moyen à fort	Moyen (Localisé)
Destruction d'espèces végétales présentes sur l'emprise du projet.	Direct	Permanent	1 : Evitement	Faible	Faible	Faible
			2 : Mesures compensatoires (stock de graines, transplantation...)	Moyen	Moyen	Faible à moyen (Localisé)
Destruction d'espèces animales présentes sur l'emprise du projet.	Direct	Permanent	1 : Evitement 2 : Adapter le calendrier des travaux 3 : Former le personnel	Faible	Faible	Faible
Destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales (territoire de chasse, habitat de reproduction...) par effet d'emprise	Direct	Permanent	1 : Evitement	Faible	Faible	Faible
			2 : Réduire l'emprise au maximum	Moyen à fort	Moyen à fort	Faible à moyen (Localisé)
Fragmentation du territoire	Indirect	Permanent	1 : Mise en place de passage à faune	Faible à moyen	Faible à moyen	Faible
Coupure d'axes de déplacement par effet d'emprise	Direct	Permanent	1 : Evitement 2 : mesures R10 et R15	Faible à moyen	Faible à moyen	Faible
Dégradation des habitats et des habitats d'espèces en phase travaux	Direct	Permanent ou temporaire	1 : Evitement 2 : Mesures R04, R07, R08	Faible	Faible	Faible
Dérangement de la faune en phase	Direct	Temporaire	Mesure R02, R04, R05	Faible	Faible	Faible

Tableau III.6.4 : Impacts résiduels après mise en place de mesures en fonction du scénario choisi

Impacts possibles	Type	Durée	Mesures	Impacts résiduels après mise en place de mesures		
				Aérien	Terrestre	Souterrain
travaux (bruit, lumière, vibrations)						
Fragmentation de l'habitat de reproduction en phase travaux	Direct	Temporaire	Mesure R03	Faible	Faible	Faible
Coupure des axes de déplacement en phase travaux	Indirect	Temporaire	Mesure R10	Faible à moyen	Faible à moyen	Faible
Pollutions diverses des habitats et des habitats d'espèces en phase travaux	Indirect	Permanent ou temporaire	Mesures R07 et R08	Faible	Faible	Non évaluable
Diffusion / favorisation d'espèces végétales invasives en phase travaux	Indirect	Permanent ou temporaire	Mesure R09 Suivi S01	Faible	Faible	Faible
Modification du réseau hydrique en phase travaux	Indirect	Temporaire ou permanente	Mesures R11	Faible à moyen	Faible à moyen	Non évaluable
Modification de l'occupation du sol lors de la remise en état	Indirect	Permanent	Mesure R12	Faible	Faible	Faible
Dérangement en phase opérationnelle	Direct	Temporaire ou permanent	Mesure R14	Faible	Faible	Faible
Dégradation des habitats en phase exploitation	Indirect	Temporaire ou permanent	Mesure R16	Faible	Faible	Faible
Destruction d'individus par collision en phase opérationnelle	Indirect	Permanent	Mesure R15	Faible	Faible	Faible
Pollution accidentelle ou pollution diffuse en phase opérationnelle	Indirect	Temporaire ou permanent	Mesure R17	Faible	Faible	Non évaluable
Modification des conditions stationnelles en phase opérationnelle	Indirect	Permanent		Moyen	Faible à moyen	Faible

III.6.5 Impacts induits

Ce sont les impacts non liés au projet lui-même mais à d'autres aménagements et/ou à des modifications induits par le projet (remembrement agricole après passage d'une grande infrastructure de transport, développement de ZAC à proximité des échangeurs autoroutiers).

Remembrement agricole

Le prélèvement de terres agricoles et l'effet déstructurant sur certaines exploitations de l'implantation d'un projet d'infrastructure de transport, peuvent localement nécessiter des remembrements.

Ces remembrements peuvent avoir un impact sur les milieux naturels :

- En augmentant l'emprise sur les milieux naturels afin de compenser la perte de terres agricoles ;
- En réduisant des zones refuges utilisées par de nombreuses espèces comme les haies ;
- En favorisant une intensification des pratiques culturales...

Les principaux secteurs concernés par ce phénomène sont :

- Le plateau de Saclay
- Les abords des aéroports de Charles-de-Gaulle et d'Orly

Ces espaces agricoles sont des zones de grandes cultures et s'il s'avérait que des terres agricoles soient consommées, un remembrement pourrait être nécessaire pour garder des exploitations agricoles fonctionnelles (désenclavement).

☞ A ce stade de définition du projet, cet aspect est difficilement quantifiable. La loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris apporte toutefois des garanties fortes sur la préservation des terres agricoles du Plateau de Saclay.

Changement d'occupation du sol

L'arrivée d'une infrastructure comme le métro automatique du Grand Paris va stimuler un certain nombre d'initiatives publiques ou privées de développements économiques, via l'aménagement de zones d'activités supplémentaires par exemple.

Dans une étude menée par Maxime Zucca et Romain Julliard (MNHN) en 2008, la connectivité du paysage en Seine-Saint-Denis, pour deux espèces communes, la Mésange charbonnière et la Fauvette des jardins, avait été analysée en se basant sur des expériences de déplacements d'individus entre des entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » et de suivi des chemins empruntés par les individus déplacés pour revenir à leur site originel (Annexe III.6.5). Ce travail a été croisé avec l'occupation du sol du MOS. Un de leurs résultats met en avant que si les zones de friches urbaines actuelles étaient toutes transformées en immeubles par exemple, la connectivité du paysage entre les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » en serait affectée, de manière différente suivant les espèces

étudiées.

Ces changements d'occupation du sol peuvent effectivement avoir des conséquences indirectes sur le déplacement de l'avifaune, en favorisant des « barrières paysagères » constituée de zones d'habitation continues entre deux sites naturels ou semi-naturels (Zucca M., Julliard R., 2008). Aussi, un des enjeux de ce projet consiste à limiter la consommation d'espaces. Cette question de la connectivité du paysage pourra être approfondie lors de la précision du projet.

En facilitant les déplacements, le métro automatique est susceptible de favoriser un accroissement de la population dans les communes concernées par l'infrastructure et aux alentours également ou encore de rendre des territoires actuellement difficile d'accès plus accessibles au public. Deux effets indirects peuvent en découler : une augmentation de la pression foncière autour de ces sites ou une augmentation de leur fréquentation par le public avec un dérangement potentiel. Ces deux éléments sont peu quantifiables à ce stade et peuvent potentiellement appeler des mesures de limitation de la fréquentation, qui incombent aux gestionnaires de ces sites et ne sont donc pas maîtrisés par le maître d'ouvrage.

III.6.6 Impacts cumulés

Méthodologie

Carte III.6.6-1 : Corridors et cœurs de natures concernés par les autres projets

Le principal impact d'une infrastructure nouvelle, quelle qu'elle soit, est l'effet d'emprise qui entraîne les incidences négatives majeures comme la destruction d'habitats et d'espèces remarquables, la fragmentation de l'habitat et par conséquent une augmentation de l'artificialisation et une perte de fonctionnalité écologique.

C'est sur ce constat que l'analyse suivante est basée. Elle vise à prendre en compte l'impact lié à l'arrivée du métro automatique et des projets d'infrastructures autres, sur les continuités écologiques et, par conséquent, sur la fonctionnalité future du territoire.

Ce travail est basé sur des hypothèses quant à la réalisation des projets pris en compte. En accord avec le maître d'ouvrage, seuls les projets compris dans la zone d'étude et portant sur le prolongement d'autoroutes ou de routes nationales et sur des créations ou prolongements du réseau de transport en commun en aérien (réseau ferré, tramways ou de transport en commun en site propre (TCSP)), ont été pris en compte. La liste des projets étudiés figure en annexe III.6.6.

Analyse

En phase 1, deux secteurs à enjeux forts pour la fonctionnalité du territoire ont été identifiés. Il s'agit à l'est de la limite en la Seine-Saint-Denis et la Seine-et-Marne et à l'ouest du plateau de Saclay et des massifs boisés des Yvelines et des Hauts-de-Seine.

L'étude des impacts cumulés nous permet de constater que les cœurs de nature ainsi que les corridors de la partie est de la zone d'étude (tronçon M) semblent préserver d'un effet d'emprise ou de coupure des continuités par un/des projets annexes au Grand Paris.

A noter cependant que les espaces semi-naturels répertoriés dans l'enceinte des aéroports d'Orly et de Roissy-Charles De Gaulle et identifiés comme cœur de nature pour la trame ouverte, sont tous deux impactés par des projets annexes. Comme mentionné dans le rapport de phase 1, le rôle de ces espaces est à nuancer, compte tenu de leur probable artificialisation.

A l'ouest, plusieurs projets d'infrastructures concernent directement ou indirectement (impact périphérique) des cœurs de nature et des axes de déplacements potentiels et les trois trames étudiées (forestières, milieux humides, milieux secs) semblent impactées. La superposition du métro automatique du Grand Paris dans ce secteur peut donc entraîner une perte de fonctionnalité supplémentaire. Compte tenu de la densité de boisement dans cette portion de la zone d'étude, une problématique liée aux déplacements de la grande faune (chevreuil...) sera probablement à traiter en cas de passage en aérien / terrestre.

☞ Les impacts cumulés seront bien évidemment fonction du mode de passage (aérien, terrestre ou souterrain) et de la localisation des ouvrages annexes et des gares. A ce stade de l'étude, aucune quantification n'est possible.

III.6.7 Cas des Sites Natura 2000

Contexte réglementaire

Faisant suite à l'adoption de la convention de Rio au "Sommet de la Terre" en juin 1992, l'Union européenne a développé sa politique en faveur de la préservation de la diversité biologique au travers de la création d'un réseau écologique cohérent d'espaces naturels dénommé « Natura 2000 ». Ce réseau repose sur les deux directives européennes Habitats et Oiseaux. Les « sites Natura 2000 » désignent à la fois les zones spéciales de conservation (ZSC) issues de l'application de la Directive « Habitats-Faune-Flore », et les zones de protection spéciale (ZPS) en application de la Directive « Oiseaux ».

★ Evaluer les incidences des plans et des projets sur les sites Natura 2000

Bien que la Directive « Habitats-Faune-Flore » n'interdise pas formellement la conduite de nouvelles activités sur le site Natura 2000, cette directive instaure une évaluation des incidences Natura 2000 des plans et projets dont l'exécution pourrait avoir des répercussions significatives sur les sites (pSIC/SIC/ZSC, ZPS) dans l'article 6 -3 et 6-4.

L'article 6-3 conduit les **autorités nationales compétentes** des Etats membres à n'autoriser un plan ou un projet que si, au regard de l'évaluation de ses incidences, **il ne porte pas atteinte à l'intégrité du site considéré**.

L'article 6-4 permet cependant d'autoriser un projet ou un plan en dépit des conclusions négatives de l'évaluation des incidences sur le site, à condition :

- qu'il n'existe **aucune solution alternative** ;
- que le plan ou le projet soit motivé par des **raisons impératives d'intérêt public majeur** ;
- d'avoir **recueilli l'avis de la Commission** lorsque le site abrite un **habitat naturel ou une espèce prioritaire** et que le plan ou le projet est motivé par une raison impérative d'intérêt public majeur autre que la santé de l'Homme, la sécurité publique ou des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;
- que l'Etat membre prenne **toute mesure compensatoire** nécessaire pour garantir la cohérence globale du réseau Natura 2000, ces mesures devant être notifiées à la Commission.

Cette directive a été transposée en droit français par l'ordonnance n° 2001-321 du 11 avril 2001. Le régime d'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 est régi par le code de l'environnement (articles L. 414-4 puis R 414-19 à 23). La circulaire du 15 avril 2010 relative à l'évaluation des incidences Natura 2000 a récemment complété ce dispositif.

Méthodologie

Carte III.6.7 : Les sites désignés au titre de la Directive Oiseaux à proximité immédiate du projet du Grand Paris

★ *Sources des données présentées*

Pour le site Natura 2000, les informations présentées ci-après sont issues des Documents d'Objectifs en cours d'élaboration pour les ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » (Données du CG 93) et ZPS « Boucles de la Marne » (données transmises par l'AEV), du portail Natura 2000 pour la ZPS « Etang de Saint-Quentin » (DocOb en cours) et pour la ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches », dont le DocOb n'est pas encore commencé.

★ *Espèces traitées*

Seules les espèces d'oiseaux listées dans le Formulaire Standard transmis à la Commission Européenne et ayant permis la désignation du site seront considérées dans l'évaluation des incidences.

L'analyse distinguera les espèces nicheuses sur les sites des espèces en halte migratoire ou d'hivernage.

★ *Aire d'étude*

Le fuseau d'étude est large de 3 kilomètres, voire plus à certains endroits. A ce stade du projet, trois scénarios sont envisagés : un passage en souterrain, en aérien (en viaduc) ou en terrestre (à plein pied). D'après les caractéristiques retenues pour hypothèses dans le cadre de la présente étude, l'emprise du futur métro variera entre 7,60 m environ pour la variante en tunnel et 19 m pour la variante en viaduc.

☞ A ce stade, le fuseau d'étude du projet de métro automatique est large de 3 kilomètres environ, voire plus suivant les secteurs. Par ailleurs, les modalités de passage, à savoir aériennes, terrestres ou souterraines, ne sont pas fixées. La présente analyse doit donc être considérée comme une pré-analyse et un outil d'aide à la décision pour le maître d'ouvrage et pourra servir de base pour les études d'incidences à réaliser lorsqu'un tracé sera arrêté.

III.6.8 ZPS FR 1112013 « Sites de Seine-Saint-Denis »

Présentation du site

La Zone de Protection Spéciale FR1112013 « Sites de Seine-Saint-Denis » est constituée de 15 entités réparties sur le territoire du département de Seine-Saint-Denis (93), et sur le département du Val d’Oise (95) pour une infime partie. Cette ZPS s’étend sur 20 communes et couvre une superficie de 1 152 hectares. Ce site Natura 2000 est localisé dans le département le plus fortement urbanisé de la petite couronne parisienne, dans lequel les différentes entités correspondent à de véritables îlots de verdure (Biotope, 2008).

Le site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis présente plusieurs caractéristiques qui en font un site original et novateur :

- Le seul site européen intégré au sein d’une zone urbaine dense ;
- Un patrimoine ornithologique exceptionnel en milieu urbain : parmi les nombreuses oiseaux fréquentant les sites, dix espèces listées dans l’annexe I de la directive « Oiseaux » (c’est-à-dire les espèces les plus menacées d’extinction) ont été retenues pour l’arrêté de classement ;
- Un site-réseau à l’échelle départementale : il s’étend sur 15 parcs et forêts et couvre en partie vingt communes, soit la moitié des villes du département.

Tableau III.6.7-1 : Entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de la Seine-Saint-Denis »⁴⁸

Entités	Superficie totale du parc ou de l’entité (ha)	Superficie intégrée à la ZPS (ha)
Parc départemental du Sausset	200	186
Parc départemental de la Courneuve	400	311
Parc départemental de l’Ile-Saint-Denis	25	33
Bois de la Tussion	25	17,5
Parc forestier de la Poudrerie		122
Bois de Bernouille	39	39
Parc départemental de la Fosse Maussoin	27	27
Parc départemental Jean Moulin - Les Guillands	26	26
Parc communal des Beaumonts	25	25
Parc départemental de la Haute-Ile	73	73
Coteaux et plateau d’Avron	66	66
Coteaux de l’Aulnoye	21	21
Forêt régionale de Bondy	141	140
Bois de la Réserve de Chelles, Bois de la Couronne et Promenade la Dhuis		65,5

Dix espèces visées à l’annexe I de la directive européenne « Oiseaux » et listées

⁴⁸ Ces informations sont issues du Document d’Objectifs.

au Formulaire Standard de Données (FSD) ont permis la désignation du site au réseau Natura 2000. Elles sont listées dans le tableau ci-après.

Tableau III.6.7-2 : Espèces inscrites au FSD du site Natura 2000 FR1112016

Code	Nom français	Nom scientifique
A021	Blongios nain	<i>Ixobrychus minutus</i>
A022	Butor étoilé	<i>Botaurus stellarus</i>
A072	Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>
A082	Busard-Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>
A084	Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>
A222	Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>
A229	Martin pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>
A236	Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>
A272	Gorgebleue à miroir	<i>Luscinia svecica</i>
A338	Pie Grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>

Une autre espèce, également inscrite à l'annexe I de la directive Oiseaux, trouve des habitats favorables au sein de cette Zone de Protection Spéciale. Cette espèce n'avait pas été prise en compte lors de l'élaboration du Formulaire Standard de Données (FSD) car son statut était alors mal connu en Seine-Saint-Denis. Il s'agit du Pic mar - *Dendrocopus medius* (code Natura 2000 : A 238), qui est nicheur sédentaire sur plusieurs entités de la Zone de Protection Spéciale et ce depuis quelques années.

Articulation entre le site et le projet

Carte III.6.8-1 : Localisation de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » par rapport au fuseau d'étude

Les caractéristiques générales d'insertion du système de transport du futur métro automatique du Grand Paris sont présentées dans la partie I.1 du présent rapport. Il convient de s'y référer pour de plus amples détails.

Description et localisation des espèces d'intérêt concernées

Carte III.6.8-2 : Espèces nicheuses listées en Annexe I de la Directive Oiseaux sur les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » traitées (1/3)

Carte III.6.8-3 : Espèces nicheuses listées en Annexe I de la Directive Oiseaux sur les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » traitées (2/3)

Carte III.6.8-4 : Espèces nicheuses listées en Annexe I de la Directive Oiseaux sur les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » traitées (3/3)

A ce stade de l'étude, le fuseau du projet de métro automatique du Grand Paris est au minimum large de 3 kilomètres. Il a donc été choisi d'évaluer les incidences directes de ce projet sur les entités de la ZPS qui intersectent le fuseau d'étude uniquement. Ce site Natura 2000 étant morcelé, une attention particulière sera cependant portée au déplacement des espèces d'oiseaux d'une entité à l'autre et aux éventuels impacts que pourraient avoir le projet de métro automatique sur ces déplacements et sur leurs répercussions sur les populations sur l'ensemble des entités de la ZPS.

Les études d'incidences mentionnées à l'article L.414-4 du Code de l'Environnement et selon les modalités de l'article R 414-21 du code de l'environnement, imposent la prise en compte des habitats d'espèces et des espèces d'oiseaux listées en Annexe I de la Directive « Oiseaux », mentionnées au Formule Standard de Données (FSD) pour les études.

Cette analyse ne traitera donc pas des espèces d'oiseaux dénommées comme espèces à enjeux patrimoniaux et des espèces protégées et / ou patrimoniales pour les autres groupes (amphibiens, reptiles...) signalées dans le Document d'Objectifs.

Enfin, seules les espèces d'oiseaux de l'Annexe I faisant l'objet d'observations régulières en période de reproduction ou de migration/hivernage sur les entités concernées par le fuseau ont fait l'objet d'une évaluation des incidences.

Le tableau ci-après résume les espèces listées en annexe I présentes sur les entités concernées par le projet et précise leur statut.

Tableau III.6.7-3 : Statut des espèces listées en Annexe I et mentionnées au FSD sur les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » concernées par le fuseau d'étude du projet de métro automatique du Grand Paris⁴⁹

<i>Statut des espèces par entité</i>	<i>Parc de la Courneuve</i>	<i>Parc du Sausset</i>	<i>Parc de la Poudrerie</i>	<i>Forêt de Bondy</i>	<i>Parc de la Haute Ile</i>	<i>Fosse Maussoin</i>
Blongios nain	Nicheur régulier	Halte migratoire occasionnelle, nicheur potentiel		Nicheur potentiel		
Bondrée apivore	Migrateur occasionnel	Migrateur occasionnel		Nicheur potentiel, Halte migratoire occasionnelle	Migrateur occasionnel	Présence potentielle en halte migratoire
Busard cendré					Passage anecdotique en période migratoire	
Busard Saint-Martin					Hivernant occasionnel, Halte migratoire occasionnelle	
Butor étoilé	Halte migratoire régulière, hivernant potentiel	Halte migratoire occasionnelle, hivernant potentiel				
Gorgebleue à miroir	Halte migratoire occasionnelle	Halte migratoire occasionnelle			Halte migratoire occasionnelle	
Hibou des marais	Halte migratoire occasionnelle				Halte migratoire occasionnelle, hivernant potentiel	
Martin-pêcheur d'Europe	Migrateur et hivernant occasionnel	Migrateur occasionnel	Migrateur occasionnel	Migrateur occasionnel	Nicheur régulier	
Pic noir	Territoire de chasse associé à des zones de nidification occasionnelle	Territoire de chasse associé à des zones de nidification occasionnelle	Nicheur régulier	Nicheur régulier		
Pic mar			Nicheur régulier	Nicheur régulier		
Pie grièche écorcheur	Halte migratoire occasionnelle (espèce anciennement nicheuse en 2001)				Halte migratoire occasionnelle (espèce anciennement nicheuse)	

⁴⁹ Les informations sont issues du Document d'Objectifs.

☞ Concernant les espèces retenues, la présente étude d'incidence ne portera que sur

- ☞ le Blongios nain, nicheur régulier dans le parc de la Courneuve,
 - ☞ le Pic Mar et le Pic noir, nicheurs réguliers dans la Forêt de Bondy et le Parc de la Poudrerie
 - ☞ le Martin pêcheur d'Europe, nicheur régulier dans le Parc de la Haute Ile
 - ☞ le Butor étoilé, en halte migratoire régulière dans le Parc de la Courneuve
 - ☞ la Pie grièche écorcheur, en halte migratoire occasionnelle sur le Parc de la Courneuve et de la Haute Ile mais qui répertoriée comme une ancienne espèce nicheuse
-

Les espèces retenues pour cette analyse font l'objet d'une fiche de présentation de leur écologie, qui figure en annexe III.6.7-1. Leur statut sur les entités est précisé dans le tableau ci-après.

Tableau III.6.7-4 : Synthèse des données concernant les espèces d'intérêt européen sur la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » espèces nicheuses⁵⁰

Espèce	Code Natura 2000	Statut sur les entités étudiées	Précisions sur le statut de l'espèce																																								
Blongios nain <i>Ixobrychus minutus</i>	A022	Nicheur régulier sur le Parc de la Courneuve	<p>Le Blongios nain est nicheur certain chaque année au parc de La Courneuve depuis 1987. Depuis 1995, les effectifs nicheurs y font l'objet d'un suivi scientifique par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO).</p> <p><u>Zones de nidification</u> : LSN : lac supérieur nord (lac aux oiseaux), EB : étang des brouillards, EVE : étang du vallon écologique. Des individus peuvent être observés sur les autres zones humides ou en vol sur le site.</p> <table border="1" data-bbox="555 555 1422 794"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>2000</th> <th>2001</th> <th>2002</th> <th>2003</th> <th>2004</th> <th>2005</th> <th>2006</th> <th>2007</th> <th>2008</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nb couples</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Nb jeunes</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Zones concernées</td> <td>LSN, EVE</td> <td>EB</td> <td>EB, EVE</td> <td>LSN, EB</td> <td>LSN, EB</td> <td>EB</td> <td>eb lsn</td> <td>EB</td> <td>VE ?, EB</td> </tr> </tbody> </table> <p>Le nombre de jeunes observés depuis 2000 varie de 2 à 6 selon l'année concernée. En 2008, 2 couples nicheurs et 4 jeunes à l'envol sont observés sur l'étang des brouillards et le vallon écologique.</p> <p><u>Habitat de l'espèce / milieux fréquentés</u> : les étangs fréquentés par le Blongios nain sont naturels ou artificiels, et offrent des conditions favorables à cette espèce : présence de formations hélophytiques plus ou moins continues le long des berges, sur des surfaces de quelques m² à quelques dizaines de m², colonisation des berges et des formations hélophytiques par des ligneux (saules), zones d'eau libre de quelques hectares. Par ailleurs, les exigences écologiques de l'espèce font que ces étangs disposent de ressources alimentaires suffisantes en quantité et en qualité.</p>	Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Nb couples	2	1	2	2	2	2	2	2	2	Nb jeunes	5	2	4	2	6	4	5	5	4	Zones concernées	LSN, EVE	EB	EB, EVE	LSN, EB	LSN, EB	EB	eb lsn	EB	VE ?, EB
Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008																																		
Nb couples	2	1	2	2	2	2	2	2	2																																		
Nb jeunes	5	2	4	2	6	4	5	5	4																																		
Zones concernées	LSN, EVE	EB	EB, EVE	LSN, EB	LSN, EB	EB	eb lsn	EB	VE ?, EB																																		
Pic noir <i>Dryocopus martius</i>	A236	Nicheur régulier sur le Parc forestier de la Poudrerie et dans la forêt de Bondy	<p>Zones de nidification :</p> <p>Parc de la Poudrerie : une cavité occupée en 2008 fort probablement au niveau des parcelles 46, 47.</p> <p>Forêt de Bondy : des loges sont localisées à l'est de la forêt, dans des futaies régulières. Certaines loges ont été attribuées avec certitude au Pic noir. Toutefois, d'autres correspondent sans doute au Pic mar.</p> <p>Etat de la population :</p> <p>Parc de la Poudrerie : Un couple nicheur certain en 2002. Un couple nicheur en 2007 à proximité du pavillon.</p> <p>Forêt de Bondy : Un couple nicheur probable en 2004 et 2008, présence régulière d'un ou plusieurs couples. Observation à l'été 2008 de 2 jeunes pics</p>																																								

⁵⁰ Source : Document d'Objectifs.

Tableau III.6.7-4 : Synthèse des données concernant les espèces d'intérêt européen sur la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » espèces nicheuses⁵⁰

Espèce	Code Natura 2000	Statut sur les entités étudiées	Précisions sur le statut de l'espèce
			<p>noirs sur les parcelles 46, 47 et 48 (Biotope, 2008).</p> <p>Habitat de l'espèce / milieux fréquentés :</p> <p>le parc Forestier de la Poudrerie de Sevran présente des caractéristiques favorables à la présence du Pic noir et à sa reproduction : gros bois âgés (chênes surtout), présence d'arbres morts.</p> <p>la Forêt régionale de Bondy est composée à 64% de Chênes pédonculés et sessiles. Plusieurs loges recensées se trouvent dans ces essences qui sont favorables à la nidification du Pic noir étant donné leur âge et leur structure (le tronc ne doit porter aucune branche sur les 5 à 20 premiers mètres et ne doit être escaladé par aucune plante grimpante). La Forêt régionale de Bondy offre également d'autres caractéristiques favorables à la présence du Pic noir : présence de bois morts, composition et structure variable du peuplement forestier.</p>
Pic Mar Dendrocopos medius	A238	Nicheur régulier sur le Parc forestier de la Poudrerie et dans la forêt de Bondy	<p>Zones de nidification :</p> <p>Forêt de Bondy : des loges sont localisées à l'est de la forêt, dans des futaies régulières. A noter que les parcelles n° 23 et 31 sont fermées. Certaines loges ont été attribuées avec certitude au Pic noir. Toutefois, d'autres correspondent sans doute au Pic mar.</p> <p>Pas de localisation précise sur le Parc de la poudrerie</p> <p>Etat de la population :</p> <p>pas d'informations anciennes disponibles sur la reproduction éventuelle de l'espèce sur le parc de la Poudrerie. La présence du Pic mar est signalée en 2004 mais il n'est pas considéré comme nicheur. Une estimation de 3 à 4 couples a été établie pour l'année 2007 sur ce parc.</p> <p>Un couple nicheur probable en 2004, présence régulière d'un ou plusieurs couples.</p> <p><u>Habitat de l'espèce / milieux fréquentés</u> : boisement de feuillus avec des arbres de diamètre important (supérieur à 40 cm) et des bois morts. La présence de chênes est essentielle au Pic mar.</p> <p>Le peuplement du parc Forestier de la Poudrerie de Sevran est composé à 60% de cette essence avec de nombreux sujets de diamètre supérieur à 50 cm. Toutefois, l'arbre ayant accueilli le couple nicheur en 2005 est un platane, localisé en bordure d'une route, de diamètre important (supérieur à 50 cm).</p> <p>la Forêt régionale de Bondy est composée à 64% de Chênes pédonculés et sessiles, qui sont deux essences importantes car particulièrement recherchées par le Pic mar pour creuser sa loge de reproduction. La Forêt régionale de Bondy offre également d'autres caractéristiques favorables à la présence du Pic mar : présence de bois morts, composition et structure variable du peuplement forestier.</p>
Martin pêcheur d'Europe Alcedo atthis	A229	Nicheur régulier sur le Parc départemental de la Haute Ile	<p><u>Zones de nidification</u> : berges de la Marne en amont, canal de Chelles</p> <p><u>Etat de la population</u> : 1 à 2 couples nicheurs probables en 2000, un couple nicheur chaque année depuis 2001. En juillet 2008, deux individus ont été observés.</p> <p><u>Habitat de l'espèce / milieux fréquentés</u> : le couple fréquente la Marne et ses berges ainsi que le canal de Chelles. Les berges en rive droite de la Marne sont naturelles et leur profil évolue au gré des crues. Cette dynamique de la rivière peut favoriser le maintien de zones de sol dénudé recherchées pour le creusement du terrier. Les nombreux arbres de la ripisylve offrent des branches qui constituent autant de postes d'affût pour la chasse.</p>

Tableau III.6.7-5 : Synthèse des données concernant les espèces d'intérêt européen sur la ZPS de Seine-Saint-Denis
Espèces en halte migratoire ou en hivernage⁵¹

Espèce	Code Natura 2000	Statut sur les entités étudiées	Précisions sur le statut de l'espèce																																			
<p>Butor étoilé <i>Botaurus stellaris</i></p>	<p>A021</p>	<p>Migrateur Espèce d'observation régulière sur le Parc de la Courneuve, en effectif très faible (maximum 2 individus).</p>	<p><u>Zone de présence</u> : étang des brouillards, grand lac, étang du vallon écologique, lacs aux oiseaux. <u>Etat de la population</u> : un à plusieurs individus sont observés en migration presque chaque année depuis 2001. Leur nombre semble variable selon les années et est relativement difficile à estimer. Le nombre d'individus ayant déjà hiverné par le passé est faible. <u>Habitat de l'espèce / milieux fréquentés</u> : formations hélophytiques et eau libre des étangs et lacs.</p> <table border="1" data-bbox="1014 568 1733 970"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>2001</th> <th>2002</th> <th>2003</th> <th>2004</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Etang des Brouillards</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Lacs supérieurs</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Grand Lac</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1 (+ 1 non localisé sur le Parc de la Courneuve)</td> </tr> <tr> <td>Etang des Brouillards</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Vallon écologique</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Bassin des Brouillards</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Année	2001	2002	2003	2004	Etang des Brouillards	1	1	2	2	Lacs supérieurs	1	0	0	0	Grand Lac	2	0	0	1 (+ 1 non localisé sur le Parc de la Courneuve)	Etang des Brouillards	1	0	0	0	Vallon écologique	0	0	0	0	Bassin des Brouillards	1	0	0	0
Année	2001	2002	2003	2004																																		
Etang des Brouillards	1	1	2	2																																		
Lacs supérieurs	1	0	0	0																																		
Grand Lac	2	0	0	1 (+ 1 non localisé sur le Parc de la Courneuve)																																		
Etang des Brouillards	1	0	0	0																																		
Vallon écologique	0	0	0	0																																		
Bassin des Brouillards	1	0	0	0																																		
<p>Pie Grièche écorcheur <i>Lanius collurio</i></p>	<p>A338</p>	<p>Migrateur</p>	<p><u>Zone de présence</u> : friche centrale du Parc départemental de la Haute Ile et vallon écologique et zone d'extension au nord-ouest du parc départemental de la Courneuve <u>Etat de la population</u> : la Pie-grièche écorcheur est mentionnée sur le parc de la Haute Ile en 2000. Un couple est signalé en 2001. En juin 2004 une femelle a été observée. En mai 2005, un mâle a été observé à l'ouest de la friche centrale Sur le parc de la Courneuve, plusieurs individus de passage en 1998, un couple en 2001, un individu recensé fin août 2005. <u>Habitat de l'espèce / milieux fréquentés</u> : Sur le parc départemental de la Haute Ile, les ouvertures réalisées en 2004 dans les milieux buissonnants et herbacés denses se sont avérées favorables à plusieurs espèces, dont la Pie-grièche écorcheur. La femelle observée cette même année, l'a été en limite</p>																																			

⁵¹ Source : Document d'Objectifs.

Tableau III.6.7-5 : Synthèse des données concernant les espèces d'intérêt européen sur la ZPS de Seine-Saint-Denis
Espèces en halte migratoire ou en hivernage⁵¹

<i>Espèce</i>	<i>Code Natura 2000</i>	<i>Statut sur les entités étudiées</i>	<i>Précisions sur le statut de l'espèce</i>																														
			<p>entre des zones de friche ancienne et des secteurs restaurés.</p> <p>Au niveau du parc de la Courneuve, les milieux ouverts et arbustifs du parc sont favorables à la Pie-grièche écorcheur : petits bosquets et fourrés arbustifs, lisières boisées, prairies. Elle est généralement observée à l'affût sur des arbustes ou arbres de taille faible à moyenne.</p> <table border="1" data-bbox="752 536 1413 836"> <thead> <tr> <th data-bbox="752 536 1111 584">Année</th> <th data-bbox="1111 536 1184 584">2001</th> <th data-bbox="1184 536 1258 584">2002</th> <th data-bbox="1258 536 1332 584">2003</th> <th data-bbox="1332 536 1413 584">2004</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="752 584 1111 632">Lacs supérieurs</td> <td data-bbox="1111 584 1184 632">0</td> <td data-bbox="1184 584 1258 632">0</td> <td data-bbox="1258 584 1332 632">4</td> <td data-bbox="1332 584 1413 632">0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="752 632 1111 679">Zone d'extension, Grand Lac</td> <td data-bbox="1111 632 1184 679">10</td> <td data-bbox="1184 632 1258 679">0</td> <td data-bbox="1258 632 1332 679">18</td> <td data-bbox="1332 632 1413 679">0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="752 679 1111 727">Etang des Brouillards</td> <td data-bbox="1111 679 1184 727">4</td> <td data-bbox="1184 679 1258 727">0</td> <td data-bbox="1258 679 1332 727">3</td> <td data-bbox="1332 679 1413 727">0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="752 727 1111 775">Vallon écologique</td> <td data-bbox="1111 727 1184 775">20</td> <td data-bbox="1184 727 1258 775">0</td> <td data-bbox="1258 727 1332 775">1</td> <td data-bbox="1332 727 1413 775">0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="752 775 1111 836">Bassin des Brouillards</td> <td data-bbox="1111 775 1184 836">5</td> <td data-bbox="1184 775 1258 836">0</td> <td data-bbox="1258 775 1332 836">15</td> <td data-bbox="1332 775 1413 836">0</td> </tr> </tbody> </table>	Année	2001	2002	2003	2004	Lacs supérieurs	0	0	4	0	Zone d'extension, Grand Lac	10	0	18	0	Etang des Brouillards	4	0	3	0	Vallon écologique	20	0	1	0	Bassin des Brouillards	5	0	15	0
Année	2001	2002	2003	2004																													
Lacs supérieurs	0	0	4	0																													
Zone d'extension, Grand Lac	10	0	18	0																													
Etang des Brouillards	4	0	3	0																													
Vallon écologique	20	0	1	0																													
Bassin des Brouillards	5	0	15	0																													

Incidences potentielles

L'état initial effectué dans la première partie de cette étude nous a permis de dresser l'inventaire des espèces d'intérêt communautaire présentes sur la zone étudiée et d'évaluer l'intérêt et la sensibilité de chacune. La prise en compte de ces éléments va nous permettre d'apprécier les incidences du projet sur ces habitats et espèces, au regard notamment à leurs objectifs de conservation.

Préalablement à l'appréciation de ces incidences, différents types d'incidences peuvent être envisagés :

- les incidences directes temporaires (regroupées sous le code IDT), qui pourraient être générées lors de la phase travaux mais qui sont réversibles à plus ou moins court terme ;
- les incidences directes permanentes (regroupées sous le code IDP) qui sont liées à la mise en place des infrastructures et aménagements - ce sont des impacts irréversibles de la phase de travaux ;
- les incidences indirectes (regroupées sous le code II) : ce sont les impacts résultant des modifications liées au projet, mais non directement des travaux. Elles peuvent être permanentes ou temporaires.

☞ Remarque : seules les incidences prévisibles à ce stade du projet et concernant les espèces d'intérêt communautaire sont développées ici.

Tableau III.6.7-6 : Incidences envisageables pour ce type de projet

Numéro de l'incidence	Incidences envisageables	Type	Scénario	Espèces concernées
Incidentes par emprise				
IDP 01	Incidence par la destruction d'individus Il s'agit de la destruction d'espèces animales ou végétales peu mobiles présentes sur l'emprise du projet.	Incidence directe, permanente	Aérien -terrestre - souterrain	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar (notamment jeunes non volant)
IDP 02	Incidence par la destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales Il s'agit de destructions ou dégradations d'habitats naturels qui constituent tout ou une partie de la niche écologique d'espèces animales : zone de présence habituelle, de chasse, de reproduction, d'alimentation, de repos, d'hivernage, corridors biologiques...	Incidence directe, permanente	Aérien -terrestre - souterrain	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur
IIP 01	Incidence par la dégradation des fonctionnalités écologiques pour l'espèce Il s'agit de la rupture de continuités écologiques, de corridors biologiques, de couloirs de déplacements, etc., ce qui pourrait être à l'origine de collision entre les espèces d'oiseaux étudiées et les trains.	Incidence indirecte, permanente	Aérien -terrestre - souterrain	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur
Incidentes pendant la phase de travaux				
IDT 01	Incidence par la dégradation des habitats d'espèces Il s'agit des dégradations par piétinement, eutrophisation, etc. sur les zones de travaux qui touchent les habitats d'intérêt communautaire et les habitats d'espèces. Cet impact concerne la fonctionnalité écologique de l'aire d'étude.	Incidence directe, temporaire à permanente	Aérien -terrestre - souterrain	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur
IDT 02	Incidence par dérangement en phase travaux En période de reproduction pour le Blongios nain, le Martin pêcheur d'Europe, le Pic noir et le Pic mar En halte migratoire/hivernage pour le Butor étoilé et la Pie grièche écorcheur Il s'agit d'un dérangement sur certaines espèces sensibles engendré par le bruit et les mouvements d'engins et de personnes, par l'activité d'extraction et le transport des matériaux.	Incidence directe, temporaire	Aérien -terrestre - souterrain	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur
IDT 03	Incidence par fragmentation de l'habitat de reproduction Il s'agit d'une fragmentation temporaire d'un habitat favorable à la reproduction d'une espèce durant la période de travaux comme par exemple une prairie coupée en deux.	Incidence directe, temporaire	Aérien -terrestre - souterrain	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur
IIT 01	Incidence par des pollutions diverses des habitats d'espèces Il s'agit d'un risque de pollutions par des produits toxiques, de traitements, des hydrocarbures du matériel et des engins et accumulation de poussières sur les habitats d'espèces.	Incidence indirecte, temporaire	Aérien -terrestre - souterrain	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur
IIT 02	Incidence par la modification du réseau hydrique des habitats d'espèces Il s'agit d'un risque lors des travaux de couper, de modifier un réseau de fossés, une zone humide, ou lors de pompage nécessaires pour le creusement du tunnel, d'assécher une zone humide, une mare...	Incidence indirecte, temporaire ou permanente	Aérien -terrestre - souterrain	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Butor étoilé
Incidentes pendant la phase d'exploitation				
IDP 03	Incidence par dérangement en phase opérationnelle Il s'agit d'un dérangement sur certaines espèces sensibles engendré lors de l'entretien ou l'exploitation du métro automatique. Il peut également s'agir du dérangement engendré par l'implantation d'une gare nouvelle à proximité immédiate d'une entité.	Incidence directe, permanente	Aérien -terrestre - souterrain	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur

☞ Les incidences envisageables sont évaluées à partir des éléments fournis à ce stade de la définition du projet par le maître d'ouvrage. Ce diagnostic pourra donc être affiné lorsque le projet sera précisé par le maître d'ouvrage

Analyse des incidences

L'analyse des incidences s'est structurée en deux temps :

- une analyse complète des différentes incidences sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire. Il s'agit de l'analyse des « incidences brutes ». Pour cette étude d'incidence, seuls les oiseaux retenus pour cette analyse et leur habitat sont pris en compte.
- Le second intervient après les propositions de mesures d'atténuation qui permettent de supprimer ou de réduire les incidences. Il consiste en une réévaluation des incidences après la prise en compte des mesures d'atténuation. Il s'agit des « incidences résiduelles » c'est à dire restantes après propositions de mesures.

Le fuseau d'étude étant encore large et les caractéristiques du futur métro automatique pas encore arrêtées (scénario souterrain, aérien, terrestre), il a été envisagé le scénario le plus impactant pour l'analyse des incidences brutes : passages au cœur du site Natura 2000... Si l'incidence brute est considérée comme notable, des mesures d'évitement et de réduction sont proposées, pour que l'incidence finale soit non notable.

Le tableau ci-après présente cette évaluation du niveau des incidences précédemment listées. Afin d'orienter le maître d'ouvrage, une carte localisant les secteurs dont la traversée ou la localisation d'une gare pourrait avoir une incidence notable.

☞ L'incidence du projet de métro automatique du Grand Paris sur les espèces nicheuses d'intérêt européen non traitées dans le cadre de cette étude est d'ores et déjà considérée comme non notable.

Tableau III.6.7-7 : Analyse des incidences du projet

N° d'incidence	Intitulé de l'incidence	Espèce(s) concernée(s)	Aire d'incidence	Eléments d'analyse	Niveau d'incidence avant l'application des mesures	Mesures de suppression, de réduction, et d'accompagnement envisageables	Niveau d'incidence après application de(s) mesure(s)
Incidences par emprise							
IDP 02	Incidence par la destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales	Blongios nain	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau	Population de très faible effectif (12 adultes observés au maximum)	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 et les sites de nourrissage identifiés à l'extérieur du site Natura 2000 lors de la précision du projet	Non notable
				Zone traversée par le fuseau comprend 2 des 3 sites de nidification régulier dont le Vallon écologique et plusieurs sites de nourrissage.	Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Eviter cette entité du site Natura 2000 et les sites de nourrissage identifiés à l'extérieur du site Natura 2000 lors de la précision du projet et de la localisation des ouvrages annexes, des gares et des puits d'entrée de microtunnelier Ne pas entreposer les matériaux de déblais dans le site	Non notable
IDP 02	Incidence par la destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales	Martin pêcheur d'Europe	Partie du Parc de la Haute Ile concernée par le fuseau d'étude, la Marne et le canal de Chelles (partie étudiée dans le DocOb)	Faible effectif observé (1 à 2 couples par an) Berges de la Marne et canal de Chelles fréquentés. Les berges en rive droite de la Marne sont naturelles : nombreux arbres au niveau de la ripisylve et profil évoluant au gré des crues, favorisant le maintien de zones de sol dénudé recherchées pour le creusement du terrier. Au niveau du Parc de la Haute Ile, environ 2,5 km de linéaire de berge sont des secteurs de nidification régulière du Martin Pêcheur d'Europe. 1,4 km sont concernés par le fuseau d'étude, 56% de la zone de nidification fréquentée. Environ 22 ha de zones de chasse favorables sont identifiés dans le DocOb. 9,9 ha sont concernées par le fuseau d'étude soit environ 45 % de la zone de chasse de l'espèce identifiée à proximité des sites de nidification.	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Préserver/restaurer les berges favorables au Martin pêcheur pendant et après les travaux Maintenir de postes de pêche au niveau des berges (arbres morts...)	Non notable
					Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet et de la localisation des ouvrages annexes, des gares et des puits d'entrée de microtunnelier Ne pas entreposer les matériaux de déblais dans le site ou sur les sites de nourrissage identifiés à l'extérieur du site Natura 2000 Préserver/restaurer les berges favorables au Martin pêcheur pendant et après les travaux Maintenir de postes de pêche au niveau des berges (arbres morts...)	Non notable
IDP 02	Incidence par la destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales	Pie grièche écorcheur	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau	Groupe d'individus observés en migration sur le Parc de la Courneuve (une trentaine de contacts chaque année) et notamment au niveau de la zone d'extension du Parc et du Vallon écologique	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité lors de la précision du projet	Non notable
				Habitat très fréquent sur l'ensemble du Parc de la Courneuve mais individus présents de manière diffuse sur l'ensemble du Parc 56 ha environ d'habitat favorable ont été identifiés. 25 ha sont concernés par le fuseau d'étude soit environ 45 %.	Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Eviter cette entité lors de la précision du projet et de la localisation des ouvrages annexes, des gares et des puits d'entrée de microtunnelier Ne pas entreposer les matériaux de déblais dans le site	Non notable
IDP 02	Incidence par la destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales	Pic noir	Partie du Parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy et milieu boisé annexe (au nord notamment) traversée par le fuseau d'étude	Ensemble du boisement utilisé comme zone de chasse associée à un site de nidification régulier. Au niveau de la forêt de Bondy, les zones de chasse représentent une surface totale de 131 ha. Environ 95 ha sont concernés par le fuseau d'étude, soit 73 % du territoire de chasse. Le site de nidification identifié est hors du fuseau d'étude. Dans le Parc de la Poudrerie, la quasi-totalité de la zone de nidification régulière est concernée par le fuseau	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet	Non notable
					Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Eviter cette entité lors de la précision du projet et de la localisation des ouvrages annexes, des gares et des puits d'entrée de microtunnelier	Non notable

Tableau III.6.7-7 : Analyse des incidences du projet

N° d'incidence	Intitulé de l'incidence	Espèce(s) concernée(s)	Aire d'incidence	Eléments d'analyse	Niveau d'incidence avant l'application des mesures	Mesures de suppression, de réduction, et d'accompagnement envisageables	Niveau d'incidence après application de(s) mesure(s)
				d'étude, soit environ 6 ha. Pour les sites de chasse, environ 34 ha sur les 107 favorables du site sont concernés par le fuseau d'étude, soit environ 32 % du territoire de chasse total.		Ne pas entreposer les matériaux de déblais dans le site ou sur les sites de nourrissage identifiés à l'extérieur du site Natura 2000	
IDP 02	Incidence par la destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales	Pic mar	Partie du Parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy traversée par le fuseau d'étude	Effectifs non connus avec précision Présence de vieux arbres nécessaires	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet	Non notable
				Au niveau de la forêt de Bondy, les zones de chasse représentent une surface totale de 128 ha. Environ 93 ha sont concernés par le fuseau d'étude, soit 73 % du territoire de chasse. Un site de nidification régulière est concerné par le fuseau, représentant 1.4 ha sur les 12.4 de secteurs de nidification sur ce site, soit 11 %. Dans le Parc de la Poudrerie, 15 ha environ de la zone de nidification régulière (43 ha) est concernée par le fuseau d'étude, soit environ 35 %. Pour les sites de chasse, environ 25 ha sur les 71 favorables du site sont concernés par le fuseau d'étude, soit environ 35 % du territoire de chasse total.	Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Eviter cette entité lors de la précision du projet et de la localisation des ouvrages annexes, des gares et des puits d'entrée de microtunnelier Ne pas entreposer les matériaux de déblais dans le site ou sur les sites de nourrissage identifiés à l'extérieur du site Natura 2000	Non notable
IDP 02	Incidence par la destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales	Butor étoilé	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau	Très faible effectif présent en migration/hivernage Observations localisées à l'Etang des Brouillards Sur le Parc de la Courneuve, l'espèce stationne en halte migratoire ou en hivernage dans les roselières installées à proximité de plans d'eau artificiels et naturels.	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter les secteurs de roselières et plus globalement cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet	Non notable
					Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Eviter cette entité lors de la précision du projet et de la localisation des ouvrages annexes, des gares et des puits d'entrée de microtunnelier Ne pas entreposer les matériaux de déblais dans le site	Non notable
IIP 01	Incidence par la dégradation des fonctionnalités écologiques pour l'espèce	Blongios nain	Partie du parc de la Courneuve et site de nourrissage annexe (hors parc) traversée par le fuseau	Traversée régulière pour rallier les sites de nidification identifiés et les secteurs de chasse/nourrissage La quasi-totalité des sites de nourrissage identifiés sur le Parc de la Courneuve sont concernés pour le fuseau d'étude. Pour les sites de nidification régulière, 2.6 ha sur les 3.8 ha recensés sont concernés par le fuseau d'étude, soit environ 70%. Le parc de la Courneuve est inclus dans une matrice urbaine dominante.	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité ou dans les sites de nourrissage annexes (hors parc)	Eviter cette entité du site Natura 2000 et les sites de nourrissage annexes lors de la précision du projet Créer une « barrière d'envol » en bordure de la voie, si le tracé retenu passe à proximité, afin d'obliger les oiseaux en transit à effectuer un vol en surplomb. On choisira pour cela des essences autochtones pouvant atteindre une vingtaine de mètres de hauteur.	Non notable
					Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Lors de la précision du projet, éviter l'installation d'ouvrage annexe dans le Parc de la Courneuve ou entre cette entité et les sites de nourrissage annexes. Lors des travaux, éviter de localiser un puits de microtunnelier dans le site. Si cela n'est pas possible, des barrières végétales pourront être installées suivant l'envergure des ouvrages annexes.	Non notable
IIP 01	Incidence par la dégradation des fonctionnalités écologiques pour l'espèce	Butor étoilé	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau	Très faible effectif présent en migration/hivernage Observations localisées à l'Etang des Brouillards Le parc de la Courneuve est inclus dans une matrice urbaine dominante.	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet	Non notable
					Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Ne pas localiser d'ouvrage annexe dans le Parc de la Courneuve	Non notable
IIP 01	Incidence par la dégradation des fonctionnalités écologiques	Pie grièche écorcheur	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau	Observations d'individus en migration sur l'ensemble du parc mais de manière diffuses	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet	Non notable

Tableau III.6.7-7 : Analyse des incidences du projet

N° d'incidence	Intitulé de l'incidence	Espèce(s) concernée(s)	Aire d'incidence	Eléments d'analyse	Niveau d'incidence avant l'application des mesures	Mesures de suppression, de réduction, et d'accompagnement envisageables	Niveau d'incidence après application de(s) mesure(s)
	pour l'espèce			Le parc de la Courneuve est inclus dans une matrice urbaine dominante.	Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Ne pas localiser d'ouvrage annexe dans le Parc de la Courneuve	Non notable
IIP 01	Incidence par la dégradation des fonctionnalités écologiques pour l'espèce	Martin pêcheur d'Europe	Partie du Parc de la Haute Ile concernée par le fuseau d'étude et territoire de chasse identifié dans la DocOb	Sites de nidification localisés au niveau des berges de la Marne. La Marne et le canal de Chelles sont des sites de chasse et des axes de déplacement pour cette espèce. Pour trouver sa nourriture, le Martin-pêcheur parcourt en général 2 à 3 km de part et d'autre de son nid le long du cours d'eau, parfois plus. Site en connexion avec les autres entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » (Cf. Travail sur la fonctionnalité écologique réalisé en phase 1)	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Eviter les berges où nidifie le Martin pêcheur d'Europe et les zones de chasse favorables (cf. DocOb) Préserver/restaurer les berges favorables au Martin pêcheur pendant et après les travaux Maintenir des postes de pêche au niveau des berges (arbres morts...)	Non évaluable à ce stade (fonction de la localisation précise du tracé)
				Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Eviter cette entité du site Natura 2000 ainsi que et territoire de chasse identifié lors de la précision du projet	Non notable	
IIP 01	Incidence par la dégradation des fonctionnalités écologiques pour l'espèce	Pic noir	Partie du Parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy traversée par le fuseau d'étude	Une partie importante du territoire de chasse est concernée par le fuseau d'étude au niveau de la Forêt de Bondy et le site de nidification identifié est localisé hors du fuseau d'étude. Dans le Parc de la Poudrerie, la quasi-totalité du site de nidification est concerné Site en connexion avec les autres entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » (Cf. Travail sur la fonctionnalité écologique réalisé en phase 1)	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter ces entités du site Natura 2000 et les milieux naturels reliant la forêt de Bondy aux coteaux de l'Aulnoye lors de la précision du projet	Non notable
				Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Eviter ces entités du site Natura 2000 et les milieux naturels reliant la forêt de Bondy aux coteaux de l'Aulnoye lors de la précision du projet	Non notable	
IIP 01	Incidence par la dégradation des fonctionnalités écologiques pour l'espèce	Pic mar	Partie du Parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy traversée par le fuseau d'étude	Une partie importante du territoire de chasse est concernée par le fuseau d'étude au niveau de la Forêt de Bondy Dans le Parc de la Poudrerie, la quasi-totalité du site de nidification est concerné Site en connexion avec les autres entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » (Cf. Travail sur la fonctionnalité écologique réalisé en phase 1)	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter ces entités du site Natura 2000 et les milieux naturels reliant la forêt de Bondy aux coteaux de l'Aulnoye lors de la précision du projet	Non notable
				Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Eviter ces entités du site Natura 2000 et les milieux naturels reliant la forêt de Bondy aux coteaux de l'Aulnoye lors de la précision du projet	Non notable	
Incidences en phase travaux							
IDP 01	Incidence par la destruction d'individus en phase travaux	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur	Partie du parc de la Courneuve, de la Haute Ile, du Parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy traversée par le fuseau d'étude	Effectif de Butor étoilé présent en migration/hivernage très faible et Observations localisées à l'Etang des Brouillards (Courneuve) Effectif de Pie Grièche en migration présent de manière diffuse sur l'ensemble du parc de la Courneuve		Eviter de débiter les travaux en période de reproduction ; Limiter physiquement (barrières) la zone de chantier au strict nécessaire.	Non notable
IDT 01	Incidence par la dégradation des habitats d'espèces	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur	Entités de la ZPS concernée par le fuseau d'étude		Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet	Non notable
IDT 02	Incidence par dérangement en phase travaux	Blongios nain	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau	Population « urbaine » peu sensible au dérangement Le Parc de la Courneuve est traversé par une ligne de Fret et est bordé par plusieurs axes routiers importants. La carte figurant en annexe III.6.7-2 montre l'impact sonore de ces infrastructures de transport au niveau de cette entité. Le niveau sonore du parc est globalement	Potentiellement notable suivant la localisation du tracé (aérien/terrestre) et des ouvrages annexes (les 3 scénarios)	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Eviter de débiter les travaux en période de reproduction du Blongios nain (avril à juillet) à proximité de cette entité (rayon de 200 m autour du parc ⁵²) ; Limiter physiquement (barrières) la	Non notable

⁵² Distance établie par les experts bruit selon les caractéristiques techniques du projet transmises à ce stade du projet. Ce périmètre sera à affiner lors de la précision du projet.

Tableau III.6.7-7 : Analyse des incidences du projet

N° d'incidence	Intitulé de l'incidence	Espèce(s) concernée(s)	Aire d'incidence	Eléments d'analyse	Niveau d'incidence avant l'application des mesures	Mesures de suppression, de réduction, et d'accompagnement envisageables	Niveau d'incidence après application de(s) mesure(s)
				important.		zone de chantier au strict nécessaire ; Eviter le parking des véhicules et l'installation des bâtiments de chantier à proximité immédiate des plans d'eau. Limiter la vitesse des engins à 30 km/h dans ou à proximité des secteurs à enjeux pour limiter la production de poussière	
IDT 02	Incidence par dérangement en phase travaux	Butor étoilé	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau	Effectif présent en migration/hivernage très faible Oiseaux non inféodés strictement à un site précis en période de migration Le Parc de la Courneuve est traversé par une ligne de Fret et est bordé par plusieurs axes routiers importants. La carte figurant en annexe III.6.7-2 montre l'impact sonore de ces infrastructures de transport au niveau de cette entité. Le niveau sonore du parc est globalement important.	Potentiellement notable suivant la localisation du tracé (aérien/terrestre) et des ouvrages annexes (les 3 scénarios)	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Adapter le calendrier des travaux aux périodes de nidification / migration lors du passage à proximité de zones à forts enjeux Limiter physiquement (barrières) la zone de chantier au strict nécessaire ; Limiter la vitesse des engins à 30 km/h dans ou à proximité des secteurs à enjeux pour limiter la production de poussière	Non notable
IDT 02	Incidence par dérangement en phase travaux	Pie grièche écorcheur	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau	Oiseaux non inféodés strictement à un site précis en période de migration Le Parc de la Courneuve est traversé par une ligne de Fret et est bordé par plusieurs axes routiers importants. La carte figurant en annexe III.6.7-2 montre l'impact sonore de ces infrastructures de transport au niveau de cette entité. Le niveau sonore du parc est globalement important	Potentiellement notable suivant la localisation du tracé (aérien/terrestre) et des ouvrages annexes (les 3 scénarios)	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Adapter le calendrier des travaux aux périodes de nidification / migration lors du passage à proximité de zones à forts enjeux Limiter physiquement (barrières) la zone de chantier au strict nécessaire ; Limiter la vitesse des engins à 30 km/h dans ou à proximité des secteurs à enjeux pour limiter la production de poussière	Non notable
IDT 02	Incidence par dérangement en phase travaux	Martin pêcheur d'Europe	Partie du Parc de la Haute Ile concernée par le fuseau d'étude	Espèce sensible au dérangement par l'Homme lors de la période de nidification, avec, comme conséquence directe un abandon possible du nid. Il est moins exigeant pour son habitat en hiver qu'en période de nidification (fiche Natura 2000). Le parc départemental de la Haute Ile est un secteur relativement préservé des nuisances sonores (Carte figurant en annexe III.6.7-2). Il n'y a pas d'importantes infrastructures de transport à proximité.	Potentiellement notable suivant la localisation du tracé (aérien/terrestre) et des ouvrages annexes (les 3 scénarios)	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Eviter de faire les travaux en période de reproduction à proximité de cette entité (rayon de 200 m autour) Limiter la vitesse des engins à 30 km/h dans ou à proximité des secteurs à enjeux pour limiter la production de poussière	Non notable
IDT 02	Incidence par dérangement en phase travaux	Pic noir	Partie du Parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy traversée par le fuseau d'étude	Le Forêt de Bondy est un secteur relativement préservé des nuisances sonores (Carte figurant en annexe III.6.7-2). Il n'y a pas d'importantes infrastructures de transport à proximité. Le Parc du Sausset est traversé par le RER B. La carte figurant en annexe III.6.7-2 montre l'impact sonore des infrastructures de transport au niveau de cette entité. Le niveau sonore du parc est globalement important.	Potentiellement notable suivant la localisation du tracé (aérien/terrestre) et des ouvrages annexes (les 3 scénarios)	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Eviter de faire les travaux en période de reproduction Limiter la vitesse des engins à 30 km/h dans ou à proximité des secteurs à enjeux pour limiter la production de poussière	Non notable
IDT 02	Incidence par dérangement en phase travaux	Pic mar	Partie du Parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy traversée par le fuseau d'étude	Le Forêt de Bondy est un secteur relativement préservé des nuisances sonores (Carte figurant en annexe III.6.7-2). Il n'y a pas d'importantes infrastructures de transport à proximité. Le Parc du Sausset est traversé par le RER B. La carte figurant en annexe III.6.7-2 montre l'impact sonore des infrastructures de transport au niveau de cette entité. Le	Potentiellement notable suivant la localisation du tracé (aérien/terrestre) et des ouvrages annexes (les 3 scénarios)	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Eviter de faire les travaux en période de reproduction Limiter la vitesse des engins à 30 km/h dans ou à proximité des secteurs à enjeux pour limiter la production de	Non notable

Tableau III.6.7-7 : Analyse des incidences du projet

N° d'incidence	Intitulé de l'incidence	Espèce(s) concernée(s)	Aire d'incidence	Eléments d'analyse	Niveau d'incidence avant l'application des mesures	Mesures de suppression, de réduction, et d'accompagnement envisageables	Niveau d'incidence après application de(s) mesure(s)
				niveau sonore du parc est globalement important. Deux des trois entités où l'espèce est recensée au sein du site Natura 2000 sont fréquentés très régulièrement par un nombre important de visiteurs. Néanmoins, l'espèce semble nicher plutôt dans des secteurs moins fréquentés de ces espaces boisés (source : Document d'Objectifs).		poussière	
IDT 03	Incidence par fragmentation de l'habitat de reproduction	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar	Entités de la ZPS concernée par le fuseau d'étude	Les habitats de reproduction des espèces étudiées sont localisés au sein des entités et sont de superficie restreinte.	Potentiellement notable suivant la localisation du tracé (aérien/terrestre)	Eviter ces entités du site Natura 2000 lors de la précision du projet	Non notable
IIT 01	Incidence par des pollutions diverses des habitats d'espèces	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Butor étoilé	Plans d'eau du Parc de la Courneuve, Marne et canal de Chelles	Le Martin pêcheur a besoin d'une eau claire pour chasser ses proies. De manière générale, une dégradation de la qualité de l'eau suite à une pollution accidentelle peut nuire aux espèces inféodées aux zones humides, que sont le Blongios nain, le Butor étoilé et le Martin pêcheur d'Europe. Pour un passage en aérien /terrestre, les risques liés à une pollution sont plus maîtrisables que pour un passage en souterrain. A ce stade de définition du projet, la localisation du tracé ou les couches géologiques traversées ne sont pas connues. Cette question méritera d'être approfondie lorsque le projet sera précisé.	Non évaluable à ce stade du projet	Installer systématiquement des clôtures temporaires à la traversée des milieux naturels (prairies, milieux forestiers, marais, etc.). Suivant la localisation du chantier, prévoir des clôtures étanches pour limiter les eaux de ruissellement émanant du chantier. Lutter contre les pollutions dues aux engins lors des travaux (moteur utilisant de l'huile végétale biodégradable...) Mettre les installations de chantier et les voies d'accès au chantier en dehors des habitats naturels (forêts, prairies et zones humides)	Non notable Non évaluable à ce stade du projet
IIT 02	Incidence par la modification du réseau hydrique des habitats d'espèces	Blongios nain	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau	Espèces inféodées aux roselières, localisées en bordure des différents plans d'eau artificiels du Parc de la Courneuve Des variations du niveau d'eau des plans d'eau peuvent être défavorables au maintien des roselières. Cet aspect est donc à investiguer davantage lors de la précision du projet.	Non évaluable à ce stade du projet	Faire des études complémentaires	Non évaluable à ce stade du projet
IIT 02	Incidence par la modification du réseau hydrique des habitats d'espèces	Martin pêcheur d'Europe	Partie du parc de la Haute Ile traversée par le fuseau d'étude	Espèces inféodées aux cours d'eau et zones humides Le nid du Martin-pêcheur est une galerie creusée dans une berge abrupte à plus de 80 cm du niveau de l'eau. Les variations du niveau de l'eau peuvent donc être défavorables au Martin pêcheur d'Europe, particulièrement, en période de nidification.	Non évaluable à ce stade du projet	Faire des études complémentaires	Non évaluable à ce stade du projet
IIT 02	Incidence par la modification du réseau hydrique des habitats d'espèces	Butor étoilé	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau	Espèces inféodées aux roselières, localisées en bordure des différents plans d'eau artificiels du Parc de la Courneuve Des variations du niveau d'eau des plans d'eau peuvent être défavorables au maintien des roselières. Cet aspect est donc à investiguer davantage lors de la précision du projet.	Non évaluable à ce stade du projet	Faire des études complémentaires	Non évaluable à ce stade du projet
Incidences en phase exploitation							
IDP 01	Incidence par la destruction d'individus en phase d'exploitation	Blongios nain, particulièrement les jeunes individus	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau d'étude et sites de nourrissage en dehors du site Natura 2000	Au niveau du Parc de la Courneuve, traversée régulière pour rallier les sites de nidification identifiés et les secteurs de chasse/nourrissage Le fuseau d'étude recoupe actuellement des 2 des 3 secteurs de nidification identifiés et des sites de nourrissage. Risque de collision des Blongios nains nicheurs avec les trains suivant la localisation du tracé et le scénario choisi	Potentiellement notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Créer une « barrière d'envol » en bordure de la voie afin d'obliger les oiseaux en transit à effectuer un vol en surplomb. On choisira pour cela des essences autochtones pouvant atteindre une vingtaine de mètres de hauteur. Si des travaux/interventions sont nécessaires, les privilégier hors de la période de nidification	Non notable
					Incidence fonction de la localisation des	Si des travaux/interventions sont nécessaires, les privilégier hors de la	Non notable

Tableau III.6.7-7 : Analyse des incidences du projet

N° d'incidence	Intitulé de l'incidence	Espèce(s) concernée(s)	Aire d'incidence	Eléments d'analyse	Niveau d'incidence avant l'application des mesures	Mesures de suppression, de réduction, et d'accompagnement envisageables	Niveau d'incidence après application de(s) mesure(s)
					ouvrages annexes et des gares	période de nidification Limiter l'accès dans les zones sensibles	
IDP 01	Incidence par la destruction d'individus en phase d'exploitation	Martin pêcheur d'Europe, particulièrement les jeunes individus	Partie du parc de la Haute Ile traversée par le fuseau d'étude	Le Martin pêcheur d'Europe niche au niveau des berges de la Marne. Risque de collision des Martin-pêcheur d'Europe nicheurs avec les trains suivant la localisation du tracé et le scénario choisi	Potentiellement notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Eviter les berges où nidifie le Martin pêcheur d'Europe Si des travaux/interventions sont nécessaires, les privilégier hors de la période de nidification Limiter l'accès dans les zones sensibles	Non notable
					Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Si des travaux/interventions sont nécessaires, les privilégier hors de la période de nidification Limiter l'accès dans les zones sensibles	Non notable
IDP 01	Incidence par la destruction d'individus en phase d'exploitation	Pic noir, particulièrement les jeunes individus	Partie du parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy traversée par le fuseau d'étude	Le site de nidification sur le Parc de la Poudrerie est inclus dans le fuseau d'étude et la zone de chasse est alentours. Sur la forêt de Bondy, la portion du site concernée par le fuseau correspond à un site de nourrissage. Cependant, le site de nidification connu est à proximité des déplacements fréquents sont à prévoir. Risque de collision des Pics noirs nicheurs avec les trains suivant la localisation du tracé et le scénario choisi	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter ces entités du site Natura 2000 lors de la précision du projet Si des travaux/interventions sont nécessaires, les privilégier hors de la période de nidification Limiter l'accès dans les zones sensibles	Non notable
					Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Si des travaux/interventions sont nécessaires, les privilégier hors de la période de nidification Limiter l'accès dans les zones sensibles	Non notable
IDP 01	Incidence par la destruction d'individus en phase d'exploitation	Pic mar, essentiellement les jeunes individus à l'envol	Partie du parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy traversée par le fuseau d'étude	Le site de nidification sur le Parc de la Poudrerie est inclus dans le fuseau d'étude et la zone de chasse est alentours. Sur la forêt de Bondy, la portion du site concernée par le fuseau correspond à un site de nourrissage. Cependant, un des sites de nidification est dans le fuseau d'étude et l'autre site de nidification connu est à proximité des déplacements fréquents sont à prévoir. Risque de collision des Pics mars nicheurs avec les trains suivant la localisation du tracé et le scénario choisi	Notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Si des travaux/interventions sont nécessaires, les privilégier hors de la période de nidification Limiter l'accès dans les zones sensibles	Non notable
					Incidence fonction de la localisation des ouvrages annexes et des gares	Si des travaux/interventions sont nécessaires, les privilégier hors de la période de nidification Limiter l'accès dans les zones sensibles	Non notable
IDP 01	Incidence par la destruction d'individus en phase d'exploitation	Butor étoilé	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau d'étude	Effectif présent en migration/hivernage très faible Observations localisées à l'Etang des Brouillards au niveau du Parc de la Courneuve	Potentiellement notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Créer une « barrière d'envol » en bordure de la voie afin d'obliger les oiseaux en transit à effectuer un vol en surplomb. On choisira pour cela des essences autochtones pouvant atteindre une vingtaine de mètres de hauteur. Limiter l'accès dans les zones sensibles	Non notable

Tableau III.6.7-7 : Analyse des incidences du projet

N° d'incidence	Intitulé de l'incidence	Espèce(s) concernée(s)	Aire d'incidence	Eléments d'analyse	Niveau d'incidence avant l'application des mesures	Mesures de suppression, de réduction, et d'accompagnement envisageables	Niveau d'incidence après application de(s) mesure(s)
IDP 01	Incidence par la destruction d'individus en phase d'exploitation	Pie grièche écorcheur	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau d'étude	Effectif présent en migration/hivernage très faible Observations localisées à l'Etang des Brouillards au niveau du Parc de la Courneuve	Potentiellement notable pour un passage en aérien / terrestre dans l'entité	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Créer une « barrière d'envol » en bordure de la voie afin d'obliger les oiseaux en transit à effectuer un vol en surplomb. On choisira pour cela des essences autochtones pouvant atteindre une vingtaine de mètres de hauteur. Limiter l'accès dans les zones sensibles	Non notable
IDP 03	Incidence par dérangement en phase opérationnelle	Blongios nain	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau d'étude	Population « urbaine » relativement peu sensible au dérangement Le Parc de la Courneuve est traversé par une ligne de Fret et est bordé par plusieurs axes routiers importants. La carte figurant en annexe III.6.7-2 montre l'impact sonore de ces infrastructures de transport au niveau de cette entité. Le niveau sonore du parc est globalement important.	Non évaluable à ce stade	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Réduire au maximum les nuisances sonores en végétalisant des structures, des talus... Faire des études complémentaires	Non évaluable à ce stade du projet (fonction de la localisation du tracé et des gares). A ce stade, on estime qu'en dehors d'une zone tampon de 200 m autour des entités, l'impact sonore de l'infrastructure aérienne/terrestre pourrait être considéré comme non notable.
IDP 03	Incidence par dérangement en phase opérationnelle	Butor étoilé	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau d'étude	Effectif présent en migration/hivernage très faible Oiseaux non inféodés strictement à un site précis en période de migration Le Parc de la Courneuve est traversé par une ligne de Fret et est bordé par plusieurs axes routiers importants. La carte figurant en annexe III.6.7-2 montre l'impact sonore de ces infrastructures de transport au niveau de cette entité. Le niveau sonore du parc est globalement important.	Non évaluable à ce stade	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Réduire au maximum les nuisances sonores en végétalisant des structures, des talus... Faire des études complémentaires	Non évaluable à ce stade du projet (fonction de la localisation du tracé et des gares). A ce stade, on estime qu'en dehors d'une zone tampon de 200 m autour des entités, l'impact sonore de l'infrastructure aérienne/terrestre pourrait être considéré comme non notable.
IDP 03	Incidence par dérangement en phase opérationnelle	Pie grièche écorcheur	Partie du parc de la Courneuve traversée par le fuseau d'étude	Oiseaux non inféodés strictement à un site précis en période de migration Le Parc de la Courneuve est traversé par une ligne de Fret et est bordé par plusieurs axes routiers importants. La carte figurant en annexe III.6.7-2 montre l'impact sonore de ces infrastructures de transport au niveau de cette entité. Le niveau sonore du parc est globalement important.	Non évaluable à ce stade	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Réduire au maximum les nuisances sonores en végétalisant des structures, des talus... Faire des études complémentaires	Non évaluable à ce stade du projet (fonction de la localisation du tracé et des gares). A ce stade, on estime qu'en dehors d'une zone tampon de 200 m autour des entités, l'impact sonore de l'infrastructure aérienne/terrestre pourrait être considéré comme non notable.
IDP 03	Incidence par dérangement en phase opérationnelle	Martin pêcheur d'Europe	Partie du parc de la Haute Ile traversée par le fuseau d'étude	Espèce sensible au dérangement par l'Homme lors de la période de nidification, avec, comme conséquence directe un abandon possible du nid. Il est moins exigeant pour son habitat en hiver qu'en période de nidification (fiche Natura 2000). Le parc départemental de la Haute Ile est un secteur relativement préservé des nuisances sonores (Carte figurant en annexe III.6.7-2). Il n'y a pas d'importantes infrastructures de transport à proximité.	Non évaluable à ce stade	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Réduire au maximum les nuisances sonores en végétalisant des structures, des talus... Faire des études complémentaires	Non évaluable à ce stade du projet (fonction de la localisation du tracé et des gares). A ce stade, on estime qu'en dehors d'une zone tampon de 200 m autour des entités, l'impact sonore de l'infrastructure aérienne/terrestre pourrait être considéré comme non notable.
IDP 03	Incidence par dérangement en phase opérationnelle	Pic noir	Partie du parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy traversée par le fuseau d'étude	Le Forêt de Bondy est un secteur relativement préservé des nuisances sonores (Carte figurant en annexe III.6.7-2). Il n'y a pas d'importantes infrastructures de transport à proximité. Le Parc du Sausset est traversé par le RER B. La carte figurant en annexe III.6.7-2 montre l'impact sonore des infrastructures de transport au niveau de cette entité. Le niveau sonore du parc est globalement important. Deux des trois entités où l'espèce est recensée au sein du	Non évaluable à ce stade	Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet Réduire au maximum les nuisances sonores en végétalisant des structures, des talus... Faire des études complémentaires	Non évaluable à ce stade du projet (fonction de la localisation du tracé et des gares). A ce stade, on estime qu'en dehors d'une zone tampon de 200 m autour des entités, l'impact sonore de l'infrastructure aérienne/terrestre pourrait être considéré comme non

Tableau III.6.7-7 : Analyse des incidences du projet

N° d'incidence	Intitulé de l'incidence	Espèce(s) concernée(s)	Aire d'incidence	Eléments d'analyse	Niveau d'incidence avant l'application des mesures	Mesures de suppression, de réduction, et d'accompagnement envisageables	Niveau d'incidence après application de(s) mesure(s)
				site Natura 2000 sont fréquentés très régulièrement par un nombre important de visiteurs. Néanmoins, l'espèce semble nicher plutôt dans des secteurs moins fréquentés de ces espaces boisés (source : Document d'Objectifs).			notable.
IDP 03	Incidence par dérangement en phase opérationnelle	Pic mar	Partie du parc de la Poudrerie et de la Forêt de Bondy traversée par le fuseau d'étude	<p>Le Forêt de Bondy est un secteur relativement préservé des nuisances sonores (Carte figurant en annexe III.6.7-2). Il n'y a pas d'importantes infrastructures de transport à proximité.</p> <p>Le Parc du Sausset est traversé par le RER B. La carte figurant en annexe III.6.7-2 montre l'impact sonore des infrastructures de transport au niveau de cette entité. Le niveau sonore du parc est globalement important.</p>	Non évaluable à ce stade	<p>Eviter cette entité du site Natura 2000 lors de la précision du projet</p> <p>Réduire au maximum les nuisances sonores en végétalisant des structures, des talus...</p> <p>Faire des études complémentaires</p>	Non évaluable à ce stade du projet (fonction de la localisation du tracé et des gares). A ce stade, on estime qu'en dehors d'une zone tampon de 200 m autour des entités, l'impact sonore de l'infrastructure aérienne/terrestre pourrait être considéré comme non notable.

Après analyse, il s'avère que **l'évitement des entités du site Natura 2000 ZPS** « Sites de Seine-Saint-Denis » lors de la précision du projet est **nécessaire** pour que les incidences liées à la destruction d'habitats d'espèces ou d'espèces notamment soient considérées comme non notables. Le site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » est composé de 15 entités réparties dans tout le département de Seine-Saint-Denis, un territoire très urbanisé. Ces parcs départementaux sont de véritables enclaves de nature dont les populations de Blongios nain (Courneuve), de Pics noirs et Pics mar (Bondy et Poudrerie) ou encore de Martin pêcheur d'Europe (Haute Ile), sont très réduites et se limitent parfois à 1 couple nicheur, dans un domaine vital inférieur à ce qui est observé généralement. **La compensation est peu envisageable, compte tenu du contexte.**

En phase travaux, quelque soit le scénario choisi, la mise en place de mesures de réduction permettent de réduire grandement les incidences potentielles. Les mesures énoncées seront complétées ou précisées lors de la précision du projet.

★ *Scénarios aérien et terrestre*

En phase opérationnelle, même si les entités sont évitées, il convient de prendre en compte le **dérangement** et notamment les **nuisances sonores que peuvent causer le métro** pour les implantations terrestres et aériennes, gares comprises. A ce titre, une carte a été construite en indiquant les zones où l'implantation du métro automatique en aérien ou terrestre ou encore de gares pourraient avoir une incidence sur le dérangement des espèces étudiées. Dans cette carte (III.6.8-5), toutes les entités de la ZPS sont classées dans la catégorie « incidence notable ». Notre analyse a tenu compte des données existantes et notamment des cartes de bruit contenues dans le Documents d'Objectifs, de la sensibilité des espèces étudiées au dérangement, de la topographie et des hypothèses sur la vitesse des métros et leur fréquence.

A ce stade de l'étude, des zones tampon comprise entre 150 et 200m autour des sites ont été construites, afin d'assurer un niveau sonore LAeq moyen < 55 dB(A) de jour pour un passage en aérien/terrestre. Ces valeurs sont estimées à partir des informations transmises par le maître d'ouvrage (vitesse...).

Lors de la précision du projet (choix entre scénario aérien et souterrain notamment), **ces distances pourront être affinées par des études acoustiques locales**, qui prendront en compte la configuration des voies, la topographie du site, les caractéristiques du trafic, le type de rame et l'implantation ou non de mesures spécifiques telles que merlons, murs anti-bruit de part et d'autres des voies.... C'est à ce moment que l'évaluation permettra de déterminer si l'incidence par dérangement en phase opérationnelle pour un scénario aérien/terrestre est notable ou non.

L'augmentation de la fréquentation des sites, à cause par exemple de l'implantation d'une gare à proximité, peut également être considérée comme une incidence indirecte induite par le dérangement en phase opérationnelle. Ce paramètre est généralement difficilement quantifiable et il est peu aisé de faire la distinction entre l'augmentation de la fréquentation indirectement induite par le projet et celle induite par des projets annexes ou encore par l'augmentation naturelle de la population alentours. Par ailleurs, même si le maître d'ouvrage

peut prendre des mesures afin de réduire cette nuisance potentielle (pas de création d'accès direct entre la gare et l'entité concernée...), la limitation du dérangement des espèces sensibles entraîne des mesures internes au site et cette mesure n'incombe pas au maître d'ouvrage mais aux gestionnaires du site.

★ *Scénario souterrain*

Que ce soit en phase travaux ou en phase exploitation, le scénario souterrain, associé à des mesures de réduction, permet de réduire considérablement les incidences potentielles du projet de métro automatique sur les entités concernées par le fuseau d'étude.

Cependant, deux incidences potentielles identifiées à ce stade n'ont pu être évaluées pour un passage en souterrain. Il s'agit de :

- L'incidence par la modification du réseau hydrique des habitats d'espèces : les incidences que pourraient entraîner un rabattement de nappe, même temporaire, une modification du réseau hydrique, temporaire ou permanente, ou une pollution accidentelle ne sont pas évaluables à ce stade. Seules des zones de sensibilité peuvent être définies. Il est demandé de se référer à la partie III.4 et III.5 pour de plus amples informations ;
- L'incidence par dérangement en phase opérationnelle : l'impact sonore que pourrait générer l'implantation d'une gare à proximité immédiate ou les conséquences sur la fréquentation des sites ne peuvent être évalués à ce stade de définition du projet et sera fonction de l'entité du site Natura 2000 concernée ;
- L'incidence par dérangement en phase travaux : suivant le tracé et le scénario choisi, des études complémentaires devront être effectuées pour s'assurer que les vibrations produites lors du creusement du tunnel ne gêneront pas l'avifaune.

Lors de la localisation des gares et de la détermination du tracé de ce métro automatique et de ces caractéristiques techniques, des études complémentaires devront être effectuées afin de préciser si ces deux incidences potentielles sur les milieux naturels sont notables ou non ainsi que les mesures de réduction, voire de compensation à mettre en place.

Impacts cumulés

Les impacts cumulés du projet de métro automatique du Grand Paris et des projets annexes autres sur la fonctionnalité globale du territoire (axe de déplacement potentiel, cœur de nature...) ont été traités à l'échelle de la zone d'étude dans la partie III.6.6 où plusieurs projets d'infrastructures sont prévus à ce jour. Comme évoqué, ils concernent principalement le secteur ouest de la zone d'étude.

Il convient cependant de mentionner que le projet de Tangentielle Légère Nord, localisé en petite ceinture, traverse le Parc de la Courneuve, au niveau de la ligne de FRET existante. Ce projet prévoit la création d'une gare nouvelle, la gare de Dugny-la Courneuve, implantée à proximité immédiate du parc. D'après les études déjà réalisées (2007-2008), ce projet aura un impact négligeable sur le niveau sonore imputable aux infrastructures de transport car il utilise une ligne existante et utilisée.

Le parc de la Courneuve est entouré d'une matrice urbaine dominante, d'importantes infrastructures de transport (aéroport du Bourget, autoroutes...) et est d'ors et déjà considéré comme isolé par rapport aux autres entités du site Natura 2000 (Zucca M. et Julliard R., 2008).

Impacts sur la connectivité

Le site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » est exposé en 15 entités réparties dans le département de Seine-Saint-Denis. L'étude menée sur la connectivité du paysage et les corridors biologiques en Seine-Saint-Denis (Zucca M. et Julliard R., 2008) met en avant l'isolement des parcs de la Courneuve et de l'Île-Saint-Denis par rapport aux autres entités de la ZPS, du fait de leur localisation excentrée et de la matrice urbaine environnante.

Aussi, les échanges d'individus et notamment d'oiseaux ne sont pas forcément facilités, compte tenu de l'explosion du site au sein d'une matrice urbaine parfois peu perméable. La carte en annexe III.6.7-3 (a et b) met en évidence que la conversion de toutes les zones de friche en immeuble modifiera la connectivité du paysage. Ce travail souligne l'intérêt de ces zones, au sein d'une matrice urbaine, et leur devenir, même si elles sont en dehors du site Natura 2000, est à prendre en compte puisqu'elles sont utilisées par l'avifaune « ordinaire » peuplant le site Natura 2000.

Conclusion

Pour le passage en aérien ou en terrestre, la mesure d'évitement est systématiquement proposée, et ce n'est parfois qu'à cette condition que l'incidence peut être considérée à ce stade de définition du projet comme non notable.

☞ L'analyse des incidences envisageables à ce stade du projet de métro automatique du Grand Paris met en évidence des incidences variables suivant le scénario choisi. Il ressort que le scénario souterrain est le moins impactant. **Pour les scénarios aérien et terrestre, les incidences peuvent être considérées non notables principalement lorsque les entités du site Natura 2000 sont évitées.**

Certaines incidences n'ont pu être évaluées à ce stade de définition du projet.

III.6.9 Autres sites Natura 2000 à proximité du projet

Outre la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », d'autres sites Natura 2000 sont localisés à proximité du fuseau d'étude du projet de métro automatique du Grand Paris. Il s'agit notamment de :

- ZPS « Boucles de la Marne », localisée à environ 6,7 km du fuseau d'étude ;
- ZPS « Forêt de Rambouillet et zones humides proches », localisé à environ 1,8 km du fuseau d'étude ;
- ZPS « Etang de Saint-Quentin » , localisée à environ 5,6 km.

A ce stade de définition du projet, le fuseau d'étude est large de 3 km, voire plus suivant les secteurs et ne concerne pas directement les 3 sites Natura 2000 cités ci-avant. Aussi, compte tenu de leur distance par rapport au projet, la seule incidence potentielle que pourrait engendrer ce projet serait une dégradation voire une rupture des axes de déplacements de l'avifaune d'intérêt communautaire notamment.

L'identification des axes de déplacements utilisés par l'avifaune, que ce soit lors des migrations pré-et post-nuptiales ou pour les déplacements journaliers, est à ce jour encore difficile à appréhender. L'analyse, par un expert ornithologue, de l'occupation du sol de la zone d'étude et des espèces présentes sur les quatre sites Natura 2000 dans ou à proximité du fuseau d'étude a permis de dégager des axes de déplacement généraux. Il convient de se référer au rapport de phase 1 pour plus de précision.

L'important à retenir est que :

- Le front de migration (pré et post- nuptiale) est diffus au niveau de l'Ile-de-France (pas d'axe de migration identifié), excepté au niveau de l'extrémité Sud-ouest de la région ;
- L'avifaune d'intérêt communautaire, tout comme l'avifaune plus « ordinaire », utilise les éléments marquants du paysage comme les fleuves, les vallées, les continuités importantes d'espaces boisés ou de cultures, suivant l'espèce étudiée, pour des déplacements à grande échelle. Il n'est ainsi pas rare que des espèces remarquables survolent la ville de Paris. A plus petite échelle, les éléments du paysage utilisés par les oiseaux pour leurs déplacements réguliers sont plus difficiles à appréhender.

Le seul constat qui peut être fait à ce stade est qu'une option aérienne ou terrestre aurait une emprise au sol beaucoup plus importante que le scénario souterrain et donc une incidence potentiellement plus importante, même si sa quantification en l'état des connaissances est plus que difficile.

III.7 Agriculture

☞ La typologie des impacts présentée dans la partie III.6.1 sera employée pour cette partie. Il convient de s'y référer pour de plus amples informations.

III.7.1 Définition des types d'impacts potentiels du projet

Types d'impacts potentiels du projet

La méthodologie présentée dans la partie III.6.1 sera employée dans cette partie.

Tableau III.7.1 : Impacts potentiels du projet de métro automatique du Grand Paris sur le milieu agricole

Impact potentiel	Détails	Types d'impact	Durée	Scénario		
				Aérien	Terrestre	Souterrain
Impacts d'emprise de l'aménagement						
Consommation de terres agricoles par effet d'emprise	Il s'agit de la disparition de certaines terres agricoles sur lesquelles le métro automatique aura une emprise	Direct	Permanent	+++	+++	+ ⁵³
Fragmentation de l'espace agricole	Il s'agit de l'effet de coupure que pourrait avoir le projet et qui générerait un enclavement de terres agricoles, une perturbation de la circulation (chemin de desserte agricole, de l'irrigation ou encore du drainage.	Indirect	Permanent	++	++	+
Coupure siège exploitation / terrain	Les effets de coupure peuvent provoquer une désorganisation fonctionnelle de l'exploitation agricole et une désorganisation spatiale des territoires agricoles.	Indirect	Permanent	++	++	+
Impacts en phase travaux						
Modification de l'écoulement de l'eau	Lors de la phase travaux, des tranchées peuvent être réalisées, ce qui peut entraîner des modifications dans l'écoulement de l'eau (assèchement de points d'eau...)	Indirect	Temporaire ou Permanent	+++	+++	++
Diminution de la photosynthèse	Lors de la phase travaux, les allers et venues d'engins ou encore la manipulation de grandes quantités de terres peuvent être générateurs de poussières. Ces poussières se déposent alors sur les feuilles des végétaux notamment et, en grandes quantités, peuvent perturber les cycles biologiques et notamment la photosynthèse.	Indirect	Temporaire	+	+	+
Perte de récolte	Une mauvaise délimitation des travaux peut avoir des conséquences néfastes sur les récoltes. Pour le scénario souterrain, il s'agit du risque de stockage temporaire des déblais sur des terres agricoles.	Indirect	Temporaire	++	++	++
Modification de la fertilité	Il s'agit d'un risque lors de la remise en état de ne pas retrouver un sol avec des caractéristiques culturales identiques du fait du non-respect des couches pédologiques, d'une perturbation de la filtration de l'eau...	Indirect	Permanent	++	++	+
Effets dus à une pollution accidentelle	Il s'agit d'un risque de pollutions par des produits toxiques, des hydrocarbures ou des matières en suspension dans les eaux de ruissellement ou les cours d'eau, de l'accumulation de poussières sur les végétaux... Ces éléments peuvent avoir des conséquences néfastes sur les sols et récoltes, notamment pour les cultures dites « sensibles » (vignes, vergers, maraîchage, agriculture biologique).	Indirect	Temporaire	++	++	++

⁵³ Gares et ouvrages annexes principalement

Tableau III.7.1 : Impacts potentiels du projet de métro automatique du Grand Paris sur le milieu agricole

Impact potentiel	Détails	Types d'impact	Durée	Scénario		
				Aérien	Terrestre	Souterrain
Impacts en phase d'exploitation						
Modification des conditions stationnelles	<p>L'installation d'un viaduc peut modifier les conditions stationnelles : ombrage, modification de l'alimentation en eau...</p> <p>Pour le scénario terrestre, des effets des perturbations micro-climatiques peuvent affecter les pratiques culturales de manière variable : perturbations de circulation de l'air froid suite à des terrassements, augmentation localisée de l'évapotranspiration...</p>	Indirect	Permanent	++	++	+

III.7.2 Analyse des impacts du projet

Impacts globaux par scénario

★ *Scénario aérien (sol et surélevé)*

Pour les scénarios aérien et terrestre, **l'effet d'emprise** est le principal impact identifié à ce stade, dont découlent la **consommation de terres agricoles** et la **fragmentation de l'espace agricole** notamment.

En phase travaux, plusieurs impacts indirects liés à la construction du métro automatique pourront affecter les récoltes comme la modification de l'écoulement de l'eau ou de la fertilité des sols, liés à des opérations de remblais/déblais, la pollution accidentelle de l'eau servant à l'irrigation des cultures ou encore la perte de rendement des plantes, à cause de poussières. L'ensemble des **incidences potentielles liées à la phase travaux** et identifiées à ce stade peuvent être **réduites si des mesures de réductions simples** sont mises en place (cf. tableau III.7.3).

En phase d'exploitation, les incidences liées à la modification des conditions stationnelles sont encore peu quantifiables mais, l'installation de portion de viaduc modifiera probablement l'alimentation en eau et créera un effet d'ombrage. La modification de ces deux paramètres, l'eau et la lumière, pourra avoir un effet sur la croissance des végétaux.

★ *Scénario souterrain*

Pour le scénario souterrain, **l'effet d'emprise est réduit** aux ouvrages annexes et aux gares, ce qui limite le risque de consommation d'espaces agricoles et réduit l'impact lié à la fragmentation de l'espace agricole.

Les incidences liées à la modification des conditions stationnelles sont également très limitées. La **pollution accidentelle de l'eau**, lors des travaux, pourra cependant impacter les plantations culturales, mais cet impact n'est pas quantifiable à ce stade de l'étude.

☞ Dans un territoire de plus en plus artificialisé, la **limitation de la consommation d'espaces agricoles** favorisera le maintien de zones agricoles pérennes. L'effet d'emprise lié à l'installation de l'infrastructure et à l'urbanisation potentielle est la principale incidence identifiée à ce stade. Cette incidence est limitée pour le scénario souterrain.

Impacts par tronçon

☞ Les tronçons non mentionnés dans le tableau ci-après ne présentent pas de surfaces agricoles au sens strict.

☞ Le fuseau d'étude a une largeur minimale d'environ 3 kilomètres. L'emprise finale du métro pour un scénario terrestre serait d'environ 10 mètres, une vingtaine de mètres pour le scénario aérien. Les surfaces présentées dans le tableau ci-après surévaluent donc l'impact d'emprise potentielle du projet de métro automatique sur les terres agricoles.

Tableau III.7.2 : Impacts potentiels par tronçon

Tronçon	Surface agricole du tronçon considéré	Entité agricole	SAU totale (ha)	Surface concernée (%)	Bâtiments agricoles concernés
A	634 ha	Plaine de France	4060	21,3	2 au minimum
B	229 ha				
E	26 ha	/	26	100	/
F1	2,3	Plaine de Montesson (Nord)	314	0,7	0
F2	7 ha	/	7	100	0
G	936 ha	Plateau de Saclay	3338	57,4	6 au minimum
H	979 ha				
I	167 ha	Abords de l'aéroport d'Orly	724	30,2	3 au minimum
J	52 ha				
K	26 ha	Parc des Lilas	26	100	0
M	140 ha	L'Aulnay	1514	9,2	/

Deux classes peuvent être définies dans un premier temps :

1. Les tronçons dont l'occupation du sol relève de faibles surfaces agricoles, généralement « en confetti », exception faite pour le tronçon K dont la surface agricole du MOS correspond aux friches et prairies de fauche notamment du Parc des Lilas, ENS et propriété départementale. Il s'agit des tronçons E et F2 ;
2. Les tronçons qui intersectent avec les zones agricoles définies par la DRIAAF et dont les surfaces concernées par le fuseau sont relativement importantes, exception faite pour le tronçon F1 concernant la plaine de Montesson. Il s'agit du plateau de Saclay (tronçon G et H), des abords des aéroports d'Orly (Tronçon I et J) et de Charles De Gaulle (Plaine de France- tronçon A et B) et du Coteau de l'Aulnay (tronçon M).

Pour les tronçons E et F2 (catégorie 1), les incidences potentielles envisageables à ce stade comme la consommation de terres agricoles ou la fragmentation de l'espace agricole risquent de mettre en péril le maintien d'une activité agricole

pérenne dans ces secteurs, fragilisés par les petites tailles et menacés à court ou moyen terme par l'urbanisation. La consommation de ces espaces agricoles n'aura cependant qu'un impact local, du fait de l'isolement de ces territoires.

Pour les tronçons A, B, G, H, I, J et M (catégorie 2), la question qui se pose est tout autre. Ces secteurs correspondent à de grands espaces agricoles encore fonctionnels. L'arrivée du métro automatique peut, outre la consommation d'espace agricole, entraîner une fragmentation de l'espace agricole et ainsi déstabiliser l'activité agricole existante.

III.7.3 Propositions de mesures d'évitement et de réduction

L'évitement est bien évidemment la première mesure à privilégier pour limiter les impacts sur les zones agricoles et les conséquences que cela peut avoir sur l'économie des exploitations touchées. Cependant, au niveau des tronçons Le Bourget-Roissy et Orly - Versailles, une part importante du fuseau est composée de terres agricoles. L'évitement ne sera donc pas toujours possible.

Tableau III.7.3 : Proposition de mesures de réduction

<i>Impacts potentiels</i>	<i>Mesures de réduction</i>
Poussières	Arroser le chantier pour limiter la production de poussière Limiter la vitesse des engins
Perte de récolte	Limiter l'emprise en phase travaux au maximum
Perte de récolte	Protection des cultures et du bétail en période de chantier (Bien délimiter le chantier)
Effet de coupure	Rétablir l'ensemble des réseaux intersectés y compris rétablissement des chemins agricoles
Effet de coupure	Prévoir des opérations d'aménagement foncier agricole et forestier (remembrement)

III.7.4 Impacts résiduels après la mise en place de mesures

Tableau III.7.4 : Impacts résiduels après la mise en place de mesures

Impact potentiel	Types d'impact	Durée	Impacts résiduels		
			Aérien	Terrestre	Souterrain
Consommation de terres agricoles par effet d'emprise	Direct	Permanent	+++ (Localisé)	+++ (Localisé)	Faible
Fragmentation de l'espace agricole	Indirect	Permanent	Moyen	Moyen	Faible
Coupure siège exploitation / terrain	Indirect	Permanent	Moyen à fort (localisé)	Moyen à fort (localisé)	Faible
Modification de l'écoulement de l'eau	Indirect	Temporaire ou Permanent	Non évaluable à ce stade	Non évaluable à ce stade	Non évaluable à ce stade
Diminution de la photosynthèse	Indirect	Temporaire	Faible	Faible	Faible
Perte de récolte	Indirect	Temporaire	Faible	Faible	Faible
Modification de la fertilité	Indirect	Permanent	++	++	+
Effets dus à une pollution accidentelle	Indirect	Temporaire	++	++	++
Modification des conditions stationnelles	Indirect	Permanent	++	++	+

III.7.5 Proposition de mesures de compensation

La consommation de terres agricoles ne peut être compensée, ou au détriment d'espaces naturels par exemple. Elle s'accompagne généralement d'indemnisation diverses des propriétaires et exploitants agricoles. La perte de récolte peut également faire l'objet d'indemnisations.

III.7.6 Impacts induits et Effets indirects

Les impacts induits, qui concernent essentiellement le remembrement agricole et le changement d'occupation du sol ont été traités dans la partie III.6.5 de la présente étude. Il convient donc de s'y référer.

Les effets indirects sur les espaces agricoles, liés à la mise en place du projet sont listés dans le tableau ci-dessous.

Tableau III.7.6 : Effets indirects du projet sur les espaces agricoles et propositions de mesures

<i>Effets indirects</i>	<i>Mesures proposées</i>
Urbanisation	Maîtriser et limiter l'extension urbaine en favorisant des modèles de ville compacte : Règle d'évolution très limitée de certains fronts urbains conditionnée à une distance d'une gare n'excédant pas 2 km... cf. mesures d'accompagnement
Augmentation de la pression foncière (étalement urbain)	Clarifier le devenir des espaces agricoles concernés, garantir leur pérennité L'intégrer dans les documents d'urbanisme
Remise en cause économique d'exploitants agricoles	Prévoir des indemnités diverses des propriétaires et exploitants agricoles Consulter la DRIAAF pour de plus amples renseignements

III.8 Paysage, patrimoine architectural et archéologique

III.8.1 Paysage naturel

Définition des types d'impacts potentiels du projet

La Convention Européenne du paysage a pour objectif de prendre en compte les projets auxquels sont confrontés les paysages y compris ceux du quotidien, et non pas uniquement les paysages reconnus et/ou protégés. L'intégration paysagère des infrastructures de transport relève quant à elle de la législation en matière d'études d'incidence (directive européenne 85/337/CEE). En matière de paysage, l'analyse des effets d'un projet consiste donc en l'analyse de ses effets visuels.

☞ Les incidences paysagères précises du métro automatique du Grand Paris s'avèrent difficile à évaluer à ce stade de définition du projet (scénario non défini).

☞ Cette analyse aborde les effets visuels dans leur généralité. Une entrée par secteurs à enjeux paysagers permet d'ajouter un degré de détails. Il va de soit que les effets visuels seront inégalement répartis.

★ *Phase travaux / Phase exploitation*

Les effets visuels sont essentiellement développés en phase exploitation, phase offrant une vision à plus long terme. Cet état n'est toutefois pas figé puisque le paysage est en constante évolution, il participera cependant au futur cadre de vie.

Les effets en phase travaux ne sont cependant pas négligeables. Bien qu'éphémère, la phase travaux est un élément perturbateur fort du paysage du quotidien parce qu'elle apporte une modification physique et sociale brutale. En phase exploitation, les habitants s'accoutumeront probablement progressivement à leur nouvel espace. L'effet de gêne s'amenuisera avec le temps et le renouvellement des générations.

Analyse des impacts du projet

★ *Impacts globaux*

❖ *Effets visuels*

Le projet peut avoir des répercussions sur la structure paysagère notamment lorsqu'il nécessite la suppression d'un boisement participant à l'identité d'un territoire. Si ce boisement est replanté, l'effet est temporaire. Sinon, l'effet est permanent et là, on assistera à une réelle mutation paysagère.

Sans modifier profondément la structure paysagère, le projet peut également avoir des effets sur les perceptions, lorsque l'observateur est amené à traverser l'ouvrage sans qu'il ait un impact visuel fort à grande échelle, par exemple.

❖ *Des effets récurrents en phase travaux*

Quelque soit le scénario choisi, les impacts visuels en phase travaux seront ceux des plateformes de stockage des matériaux extraits et de construction, des outils et des machines. Outre les effets sonores, les circulations liées au chantier peuvent avoir des répercussions sur les perceptions paysagères (effet de gêne).

D'autre part, les phases travaux pourront nécessiter :

- Des **défrichements** plus ou moins conséquents. A terme, les impacts paysagers définitifs seront fonction de la remise en état du boisement, du moins des mesures mises en place :
 - Sur un coteau, on aura un **effet de trouée** comme on peut l'avoir actuellement avec les lignes haute tension. On brisera la continuité paysagère qu'exercent les coteaux boisés notamment ceux des vallées de la Bièvre et de l'Yvette ou encore des coteaux de Seine.
 - Sur un plateau, on privera le paysage d'une composante importante des plaines agricoles (points de repère).
 - En grands espaces forestiers, telles les massifs domaniaux, on générera des **coupures franches** ou des trouées dans le manteau boisé. On **altérera également la fonction sociale** (effet de gêne) que joue ce type de boisement ;
- **L'occupation d'espaces agricoles.** Dans ce cas, le projet modifiera localement une des composantes essentielles de la structure paysagère ;
- **La mise en place de voies de circulation temporaires et/ou de déviation.** En plus des impacts visuels, on génère de nouvelles infrastructures qui auront un **impact indirect en matière d'urbanisation si elles sont maintenues.**

☞ Les impacts en phase travaux sont difficiles à appréhender à ce stade de définition du projet. L'étude d'impact apportera une vision plus précise à une échelle de projet plus réduite.

❖ **Passage au niveau terrestre (sol) en phase travaux**

La mise en place progressive de la coupure relative à cette infrastructure linéaire générera les prémices des effets visuels en phase exploitation à savoir l'impact de la coupure engendrée mais également les boisements supprimés, les ouvrages de franchissement, les remblais/déblais, etc. S'y ajouteront les impacts liés au chantier décrits ci-avant.

Les impacts visuels seront conséquents dans le temps et progresseront géographiquement avec l'évolution du chantier. Ils impacteront l'ensemble des habitants concernés par le tracé⁵⁴.

❖ **Passage au niveau terrestre (sol) en phase exploitation**

L'ouvrage linéaire instaurera une coupure physique du territoire. Les effets visuels seront indéniables mais limités par le fait que l'ouvrage sera solidaire de son socle terrestre comme « posé » sur le sol :

- La **vision** sera **rasante** : Les poteaux et lignes électriques auront davantage d'effet que les dispositifs aux sols (voies) ;
- **Les passages sur les reliefs** exposeront davantage l'ouvrage que s'il est strictement associé à un plateau régulièrement plan ;
- Les composantes paysagères tels les boisements ou les maisons exerceront efficacement un **effet masque**.

En réalité, tout dépendra des modalités d'ouverture du paysage qu'il s'agisse de la composante végétale, bâtie ou encore topographique :

- En **paysage fermé**, notamment en fond de vallée ou en espace urbain dense, l'ouvrage sera perçu depuis ses abords immédiats notamment les franchissements.
- En **paysage ouvert**, l'ouvrage générera une nouvelle ligne de force d'origine anthropique et aura une plus forte émergence visuelle.

D'autre part, l'effet barrière/fragmentation du territoire sera augmenté par la mise en place de tronçons en remblais qui en augmenteront l'émergence.

Enfin, le passage en boisement nécessitera des défrichements conséquents et la réorganisation des cheminements piétons. On pense par exemple à la forêt de Bondy. Les boisements ont un rôle paysager prépondérant dans les paysages d'Ile-de-France en structurant les coteaux, en jouant le rôle d'élément repère dans les plaines agricoles mais également patrimoniaux (naturel, culturel et paysager).

⁵⁴ Tandis que la phase chantier d'un tracé en souterrain n'impacterait que les secteurs d'accès au chantier souterrain.

❖ **Passage en aérien (surélevé) en phase travaux**

Les impacts visuels sont ceux liés à la mise en place des dispositifs d'élévation de type viaducs, ponts, remblais, qui suscitent des travaux de grande ampleur et qui confèrent au projet une tout autre envergure.

❖ **Passage en aérien (surélevé) en phase d'exploitation**

Un tracé aérien est sans nul doute celui qui aura **le plus d'effets visuels**, sans forcément y associer un caractère négatif.

Le passage en aérien peut apporter une nouvelle ligne de force dans le paysage, avec des ouvrages spectaculaires d'un point de vue technique et architectural. On pense notamment aux franchissements des vallées par les grandes infrastructures auxquels l'observateur est habitué ou aux métros aériens sur viaducs au dessus de la ville, répondant à une logique très urbaine, mais qui pourrait avoir un impact visuel fort d'un point de vue dans certains secteurs.

A l'inverse, le passage en aérien peut générer des effets de surplomb d'un espace de vie (effet oppressant et assombrissant).

En réalité, l'aire d'influence visuelle d'un tracé en aérien sera dépendante :

- Des caractéristiques techniques de l'ouvrage : la hauteur du viaduc, les rapports d'échelle avec les éléments du paysage locaux, les matériaux utilisés, la nature et l'étendue des ombres portées, etc., sont autant de paramètres à prendre en compte pour déterminer l'aire d'influence visuelle du tracé ;

- Des modalités actuelles de perception du paysage : l'ouvrage aura une aire d'influence visuelle large en paysage agricole type *openfield*. On pense ici au plateau de Saclay. En revanche, il aura une aire d'influence morcelée en paysage urbain où les perceptions sont rythmées par les volumes des bâtiments.

On étudiera donc particulièrement les secteurs fortement exposés :

- Plateau de Saclay ;
- Plaine de France (aéroport Roissy Charles de Gaulle) ;
- Plateau d'Orly ;
- Franchissement des reliefs : vallées et buttes témoins.

❖ ***Passage en souterrain en phase travaux***

En plus des impacts définis précédemment, les impacts varieront en fonction des modalités de forage du tunnel.

Si le forage s'effectue par tronçons avec des zones de creusement aux extrémités suivies d'une progression en interne, les effets visuels seront concentrés aux zones émergentes de chantier.

❖ ***Passage en souterrain en phase exploitation***

Les impacts visuels sont nuls hormis ceux des émergences terrestres liées à l'exploitation (gares, aération, accès sécurité, etc.).

★ **Impacts potentiels au niveau des secteurs à enjeux**

☞ L'analyse des impacts porte sur les secteurs à enjeux définis dans le cadre de l'état initial du paysage.

Tableau III.8.1-1 : Synthèse des impacts paysagers au niveau des secteurs à enjeux

Secteurs	Détails des enjeux	Passage aérien (sol et surélevé)		Passage souterrain	
		Travaux	Exploitation	Travaux	Exploitation
Plaine de France - Aéroport Roissy Charles de Gaulle	Moyens : Espaces agricoles Forts : Parc départemental du Sausset	Fort	Moyen	Moyen	Faible
		<p>On évitera de recouper le parc du Sausset.</p> <p>On s'attachera à étudier la possibilité d'un tracé solidaire de l'A1/ligne LGV et/ou des lisières urbaines afin de ne pas augmenter le fractionnement des espaces agricoles.</p> <p>Le contexte paysager est particulièrement anthropisé avec de nombreux motifs liés aux infrastructures (aéroport, autoroute, routes, ligne LGV et lignes haute-tension) ce qui ne devrait anticiper la mise en place de l'ouvrage.</p>			
Coteaux de l'Aulnoye	Moyens : Bois de la Couronne Forts : Parc National de la Poudrerie de Sevran, Forêt de Bondy, Mairie et son parc (Clichy-sous-Bois), Chapelle Notre-Dame des Anges et ses abords (Clichy-sous-Bois)	Fort	Fort	Fort	Moyen à faible
		<p>On évitera de recouper les reliques de la grande forêt de Bondy qui sont d'ores et déjà soumis à la pression urbaine et qui sont aujourd'hui protégées par l'extraction du gypse en souterrain.</p>		<p>Tout dépendra de la localisation des émergences terrestres liées au tracé et particulièrement celles qui affecteraient directement les boisements.</p>	
Vallée de la Marne	Moyens : Bois des coteaux de Chelles et Gagny, entre la Marne et le Canal de la Marne, parc du château de Champs-sur-Marne Forts : Parc départemental de la Haute-Ile, propriété dite « La Sablière »	Fort	Fort	Moyen	Moyen à faible
		<p>Un passage en aérien (type viaduc) pourrait être étudié comme faisant écho aux nombreux autres franchissements de la Marne (en aval).</p> <p>On protégera en priorité les boisements des coteaux de Chelles et on étudiera la covisibilité avec le château de Champs-sur-Marne.</p>		<p>Tout dépendra de la localisation des émergences terrestres liées au tracé et particulièrement celles qui affecteraient directement les boisements.</p>	
Vallée de l'Yvette	Moyens : Coteaux boisés (Palaiseau, Orsay) Forts : Domaine de Launay (site classé), vallée de Chevreuse (site inscrit)	Moyen	Moyen	Moyen	Faible
		<p>Le fuseau recoupe une petite partie de la vallée mais chevauche le coteau particulièrement sensible (exposition visuelle)</p>			

Tableau III.8.1-1 : Synthèse des impacts paysagers au niveau des secteurs à enjeux

Secteurs	Détails des enjeux	Passage aérien (sol et surélevé)		Passage souterrain	
		Travaux	Exploitation	Travaux	Exploitation
Plateau de Saclay	Moyens : Espace agricole périurbain Forts : vallée de la Bièvre (site classé et inscrit), étangs de Saclay (site inscrit), vallon de Montalbron	Fort	Moyen	Faible	Faible
		Il faut éviter la traversée du vallon de Montalbron qui présente des caractéristiques pittoresques. Il faut également limiter l'effet de coupure du plateau de Saclay déjà particulièrement découpé. Le plateau de Saclay est d'ores et déjà dans une dynamique de périurbanisation et ne présente pas de richesse paysagère particulière hormis les étangs de Saclay.		La mise en place d'émergences terrestre ne contrastera pas avec les ambiances paysagères anthropiques déjà existantes. On évitera cependant les abords des étangs de Saclay et les dépendances boisées des coteaux de la Bièvre et de l'Yvette.	
Vallée de la Bièvre	Forts : Vallée de la Bièvre (site classé et inscrit)	Fort	Fort	Fort	Faible
		Cet ensemble paysager présente des valeurs paysagères et patrimoniales importantes. Toutes les interventions qu'elles soient de nature à avoir des effets temporaires ou permanents sont susceptibles de rentrer en conflit avec la nature des paysages. Elles mériteront un accompagnement et/ou des efforts d'intégration conséquents.			
Château de Versailles	Forts : Château, quartiers anciens, perspective monumentale, parc du château, etc.	Fort	Fort	Fort	Faible
		Compte tenu de la notoriété du site et des contraintes réglementaire qui s'exercent, il est fortement recommandé d'éviter toute émergence visuelle en visibilité avec les éléments de patrimoine à moins d'en assurer une parfaite intégration et/ou de limiter les travaux dans le temps.			
Fausses-Reposes / Saint-Cloud	Forts : Ensemble du bois de Saint-Cloud et du parc de Villeneuve-l'Étang (site classé), forêt de Fausses-Reposes (site inscrit)	Fort	Fort	Moyen	Faible
		A éviter, sensibilité forte aux défrichements et forte fréquentation par le grand public		Tout dépendra de la localisation des émergences terrestres liées au tracé et particulièrement celles qui affecteraient directement les boisements.	
Coteaux de Seine à Bougival	Forts : Plusieurs sites inscrits et classés	Moyens	Forts	Faible	Faible
		Ambiance de coteaux jardinés avec belles demeures et reliques de boisement (très résidentiel)			
Boucle d'Asnières	Forts : Quelques sites inscrits et classés	Moyen	Moyen	Faible	Faible
		Secteur très urbanisé, on évitera le passé sur les sites inscrits et classés et la visibilité avec les monuments historiques.			

Effets indirects

Lorsqu'on parle d'effets visuels, on pense avant tout à l'ouvrage. Pourtant le projet de métro automatique du Grand Paris aura des répercussions paysagères indirectes importantes.

Il va en effet jouer sur la mobilité et **catalyser l'aménagement du territoire** (urbanisation, développement économique). On pense surtout aux secteurs périurbains qui disposent encore d'une trame agricole et naturelle. Il s'agit là de prévoir les formes urbaines à venir, notamment au sein des documents d'urbanisme, afin de ne pas avoir à considérer les effets du projet comme une résultante involontaire et non maîtrisable.

L'**accès au paysage** est également un effet indirect du projet. En agissant sur la mobilité, on rend accessible des sites naturels auparavant difficiles d'accès. Le projet de métro automatique du Grand Paris permettra la découverte de nouveaux paysages comme notamment les Coteaux de l'Aulnoye qui sont actuellement très mal desservis. Les enjeux de pressions sur les milieux naturels iront de pair avec cette nouvelle accessibilité.

Enfin, le projet aura également des répercussions sur les représentations sociales des paysages (habitants locaux, habitants franciliens non concernés par le tracé, etc.), à savoir la modification de tout un ensemble paysager outrepassant la nature « physique » des effets visuels du projet.

Propositions de mesures d'évitement et de réduction

Les objectifs de ces mesures sont :

- S'intégrer au mieux dans le territoire afin que l'ouvrage ne soit pas perçu uniquement comme une pièce rapportée ;
- Prendre en considération le fait que l'infrastructure façonne le paysage qu'elle traverse et non pas uniquement les points qu'elle relie.

★ Scénario aérien (sol et surélevé)

Tableau III.8.1-2 : Propositions de mesures d'évitement et de réduction pour un scénario aérien

<i>Mesures d'évitement</i>	<i>Mesures de réduction</i>
Limiter au maximum les déboisements (phase chantier et exploitation)	Choisir les essences végétales les mieux adaptées pour une insertion facile dans la trame verte et un effet cicatrice rapide
Eviter de recouper les vallons affluents des grandes vallées urbaines qui forment de petites entités paysagères reconnues	Chercher à être solidaire des grandes infrastructures de transports existantes afin de ne pas augmenter le fractionnement du territoire
Eviter de s'associer aux vallées moyennes, peu larges, très souvent déjà longées par une ou deux voies de circulation (route et voie ferrée)	Envisager un tracé en lien avec les lisières urbaines afin de ne pas l'isoler et d'en diminuer l'exposition visuelle
Essayer de se rendre solidaire de la morphologie du site pour une meilleure intégration et une moindre émergence visuelle	Choisir un traitement végétal et minéral adéquat prenant en compte une notion de continuité dans l'ouvrage tout en considérant des objectifs de qualité paysagère locaux
S'affranchir des sites au titre de la loi 1930, sinon, définir les mesures de compensation et de réduction des impacts adéquates	Favoriser la remise en état des sites inscrits/classés traversés, du moins composer efficacement avec la nature paysagère des sites en question
Protéger les sites à enjeux forts (cf. tableau III.8.1-1)	Limiter les phases travaux en période touristique au niveau des grands sites comme Versailles
	Assurer la continuité des cheminements piétons par des passerelles ou autres ouvrages d'art sécurisés afin de réduire la perturbation dans les perceptions sociales et physiques des paysages (jouer sur la perméabilité)

★ **Scénario souterrain**

Tableau III.8.1-3 : Propositions de mesures d'évitement et de réduction pour un scénario souterrain

Mesures d'évitement	Mesures de réduction
Eviter de creuser dans des secteurs présentant de forts enjeux paysagers	Etudier la localisation des émergences terrestres qui ne seraient pas « visuellement » rattachées à un tracé et qui ne serait pas reconnues comme telles
	Assurer l'intégration paysagère des émergences terrestres d'un point de vue du végétal et des matériaux de construction

Proposition de mesures de compensation

Si les impacts potentiels du projet ne peuvent être réduits, même après la mise en place de mesures d'évitement et/ou de réduction, des mesures de compensation sont à prévoir.

La liste ci-après donne quelques pistes et demande à être complétée lors de la précision du projet :

- Soutenir la mise en place d'une trame verte et bleue au sein des communes, qui prenne en compte l'ouvrage si possible ;
- Accompagner les communes et collectivités exposées aux effets indirects d'urbanisation ;
- Travailler sur les espaces publics pour augmenter la qualité du cadre de vie ;
- Intégrer les parkings liés à l'ouvrage ;
- Proposer une requalification paysagère des sites voisins du tracé et une résorption de points noirs paysagers (toujours dans l'idée d'augmenter la qualité paysagère du cadre de vie des générations actuelles et futures).

III.8.2 Patrimoine architectural, paysager et archéologique

L'état initial a révélé la présence d'un grand nombre de monuments historiques inscrits ou classés, sites inscrits ou classés, ZPPAUP et secteurs sauvegardés sur le fuseau d'étude du futur métro automatique. Cependant, la grande largeur du fuseau d'étude permet seulement d'énoncer le type d'impacts potentiels du projet mais en aucun cas de pouvoir en faire l'analyse exhaustive. En outre, le manque de précision dans la définition actuelle du tracé empêche toute étude détaillée d'une situation localisée et particulière pouvant donner lieu à des mesures d'accompagnement détaillées (dans le cas des monuments historiques notamment).

Définition des types d'impacts potentiels du projet

★ *Scénario aérien (sol et surélevé) en phase travaux*

❖ *Monuments Historiques*

Les **impacts liés à la co-visibilité** du chantier avec un monument historique, bien que limités dans le temps, peuvent être notables. Conformément à la réglementation, les aménagements temporaires liés aux travaux qui rentreraient dans le périmètre de protection d'un monument inscrit ou classé devront être effectués en concertation avec l'Architecte des bâtiments de France qui déterminera si des mesures d'intégration particulières sont nécessaires.

Mesures envisagées

- Les installations de chantiers à ciel ouvert seront le plus éloignées possible du site du monument protégé, afin d'éviter les cas de co-visibilité avec le monument et de le préserver au maximum des nuisances liés aux travaux.
- Dans le cas où le tracé du métro passe à proximité d'un monument visitable, ouvert au public, les périodes de travaux les plus bruyants seront planifiées en accord avec les gestionnaires du monument concerné et adaptées en fonction des manifestations organisées sur le site.

❖ *Sites*

Les articles L 341-1 à L 341-22 du code de l'environnement constituent les outils réglementaires pour la protection des espaces du territoire français présentant un intérêt général du point de vue scientifique, pittoresque, artistique, historique ou légendaire. Le projet d'infrastructure du métro automatique s'insère au sein de nombreuses zones de protection de sites identifiés dans le cadre de l'état initial de l'évaluation environnementale.

Mesures envisagées

- Les installations de chantiers à ciel ouvert seront le plus éloigné possible du site protégé, afin de dégrader au minimum la perception visuelle du site protégé.

❖ **ZPPAUP et Secteurs sauvegardés**

Conformément à la réglementation, les aménagements temporaires liés aux travaux qui se situeraient dans le périmètre d'une ZPPAUP ou d'un secteur sauvegardé nécessiteront une autorisation spéciale accordée par l'autorité administrative compétente en matière de permis de construire après avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France.

Mesures envisagées

- Les mesures envisagées sont identiques à celles énoncées précédemment pour les sites inscrits et classés.

❖ **Archéologie**

C'est **en phase travaux** qu'apparaissent les enjeux liés au patrimoine archéologique. C'est en effet à ce moment que d'éventuels sites archéologiques, aujourd'hui inconnus, peuvent être découverts. De nombreuses zones de sensibilités archéologiques connues ont été repérées le long du fuseau du futur métro automatique par le Service Régional d'Archéologie. Ce zonage non exhaustif fournit une information sur la sensibilité archéologique du territoire étudié mais ne permet en aucun cas de localiser de nouveaux sites archéologiques.

Dans la mesure où c'est le passage au niveau aérien qui impacte le moins le sol et le sous-sol, on peut avancer que le scénario aérien hors sol sera celui pour lequel les impacts liés au patrimoine archéologiques pèseront le moins.

Concernant les impacts potentiels sur le patrimoine archéologique, le maître d'ouvrage respectera la législation en vigueur en matière de découverte fortuite, à savoir :

- le livre V du code du patrimoine,
- la loi n° 2003-707 du 1^{er} août 2003 modifiant la loi n° 2001-44 du 17 janvier 2001 relative à l'archéologie préventive,
- le décret 2004-490 du 3 juin 2004 relatif aux procédures administratives et financières en matière d'archéologie préventive

L'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP), établissement public national à caractère administratif, a été créé et est chargé d'exécuter les prescriptions imposées par l'Etat (le Préfet de Région).

☞ Il est rappelé qu'il appartient au préfet (par l'intermédiaire du Service régional d'archéologie) de se prononcer pour chaque projet sur la nécessité, ou non, d'établir une prescription de diagnostic archéologique, et le cas échéant, à la suite d'un diagnostic préalable, de réaliser des fouilles archéologiques.

Ainsi, afin de préserver les richesses du patrimoine archéologique, le maître d'ouvrage s'engage à :

- communiquer un plan détaillé des travaux ainsi que la date d'ouverture des travaux aux organismes concernés, afin qu'ils engagent éventuellement des prospections préventives.
- arrêter les travaux en cas de découvertes fortuites et en informer les organismes concernés.

Mesures envisagées

Du fait de la nature des impacts, aucune mesure n'est à envisager.

★ **Scénario aérien (sol et surélevé) en phase exploitation**

❖ **Monuments Historiques**

Le fuseau d'étude comporte de nombreux périmètres de protection liés aux monuments historiques (champs de visibilité), ces derniers étant concentrés dans la partie ouest du fuseau.

L'impact du projet concernant les monuments historiques est basé sur la notion de **Champ de visibilité**. Est considéré, comme étant située dans le champ de visibilité d'un immeuble classé, tout autre immeuble, nu ou bâti, visible du premier ou visible en même temps que lui, et compris dans un périmètre n'excédant pas 500 mètres.

Conformément à la réglementation, les nouvelles constructions ou aménagements qui rentreraient dans ces périmètres du champ de visibilité d'un monument historique classé ou inscrit, nécessiteront l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France des services départementaux de l'architecture et du patrimoine (SDAP).

Mesures envisagées

Du fait de la nature des impacts, aucune mesure n'est à envisager.

❖ **Sites**

Le passage de l'infrastructure (en terrestre ou surélevé) sur le territoire d'un site classé ou inscrit est de nature à modifier l'état ou la perception visuelle du site.

Pour les sites classés, conformément à la réglementation, les nouvelles constructions ou aménagements qui se situeraient sur un site classé nécessiteront une autorisation spéciale émanant soit du ministre chargé des sites après avis de la Commission départementale des sites, perspectives et paysages (CDSPP), soit du préfet du département qui doit recueillir l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France et de l'inspecteur des sites.

Pour les sites inscrits, conformément à la réglementation, les nouvelles constructions ou aménagements qui se situeraient sur un site inscrit nécessiteront un avis de l'Architecte des Bâtiments de France et de l'inspecteur des sites, un avis simple sur les projets de construction, un avis conforme sur les projets de destruction.

Mesures envisagées

- Les aménagements paysagers et architecturaux tenteront d'assurer une cohérence d'ensemble des aménagements lié au projet du métro automatique par la prise en compte, entre autres, de la spécificité des territoires traversés par l'infrastructure et par le traitement qualitatif de ses abords.
- La **conception des ouvrages** liés au métro automatique conditionne fortement l'impact du projet sur la perception visuelle du paysage. On peut citer l'exemple des écrans acoustiques accompagnant potentiellement l'infrastructure en milieu urbanisé. Outre leur fonction purement technique, ces ouvrages annexes peuvent devenir support d'un vocabulaire architectural propre à la nouvelle ligne de métro automatique, jouant le rôle d'un véritable mobilier urbain.



Photo III.8.2-1 : Panneaux acoustiques de la Gran Via (Barcelone)

- Les ouvrages annexes peuvent ainsi participer à l'ambiance des paysages traversés, ou à la mise en scène singulière d'un lieu. La composition du mobilier urbain ou l'usage de matériaux spécifiques au territoire peut à ce titre permettre **une intégration pertinente de l'infrastructure** dans un site localisé.
- Afin de minimiser les impacts du projet sur les sites classés, les occasions de **jumeler l'infrastructure du métro automatique avec des voies existantes pourraient être recherchées**. Cela permet de minimiser l'incidence visuelle de la nouvelle infrastructure. Dans ce cas, la superposition ou la juxtaposition des infrastructures modifie en effet peu la perception du paysage existant.
- a contrario, le passage du métro en remblais ou à proximité d'un point singulier existant peut créer un nouvel événement, pouvant structurer le paysage.

❖ **ZPPAUP et secteurs sauvegardés**

Conformément à la réglementation, les nouvelles constructions ou aménagements qui se situeraient dans le périmètre d'une ZPPAUP ou d'un secteur sauvegardé nécessiteront une autorisation spéciale accordée par l'autorité administrative compétente en matière de permis de construire après avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France.

Mesures envisagées :

- Les mesures envisagées sont identiques à celles énoncés précédemment pour les sites inscrits et classés.

❖ **Archéologie**

Il n'existe pas d'impacts notables en phase exploitation concernant l'Archéologie.

Mesures envisagées :

Du fait de la nature des impacts, aucune mesure n'est à envisager.

★ *Passage en souterrain en phase travaux*

❖ *Monuments Historiques*

Les impacts durant cette phase sont concentrés au lieu des bases travaux. Ils sont identiques à ceux énoncés précédemment pour le passage en aérien.

Mesures envisagées

- Les mesures envisagées sont identiques à celles énoncés précédemment pour le passage en aérien.

❖ *Sites*

Les impacts durant cette phase sont concentrés au lieu des bases travaux. Ils sont identiques à ceux énoncés précédemment pour le passage en aérien.

Mesures envisagées

- Les mesures envisagées sont identiques à celles énoncés précédemment pour le passage en aérien.

❖ *ZPPAUP et secteurs sauvegardés*

Les impacts durant cette phase sont concentrés au lieu des bases travaux. Ils sont identiques à ceux énoncés précédemment pour le passage en aérien.

❖ *Archéologie*

Les impacts sont identiques à ceux énoncés précédemment pour le passage en aérien.

Mesures envisagées

- Les mesures envisagées sont identiques à celles énoncés précédemment pour le passage en aérien.

★ *Passage en souterrain en phase exploitation*

En scénario souterrain, ce sont les émergences aériennes liées au passage de l'infrastructure (gares, conduits de ventilation, ...) qui sont susceptibles d'impacter le patrimoine protégé.

Les impacts et les mesures sont les mêmes que pour le scénario aérien.

Mesures envisagées

- La conception des ouvrages liés au métro automatique conditionne fortement l'impact du projet sur la perception visuelle du paysage. La formation d'une continuité de perception par le mobilier urbain pourra par exemple être favorisée.
- Afin de minimiser les impacts du projet sur les sites classés, on multipliera les occasions de jumeler l'infrastructure du métro automatique avec des voies existantes. Ceci permet de minimiser l'incidence visuelle de la nouvelle infrastructure. Dans ce cas, la superposition ou la juxtaposition des

infrastructures modifie en effet peu la perception du paysage existant.

- a contrario, le passage du métro en remblais ou à proximité d'un point singulier existant peut créer un nouvel événement, pouvant structurer le paysage.

❖ **ZPPAUP et secteurs sauvegardés**

Conformément à la réglementation, les nouvelles constructions ou aménagements qui se situeraient dans le périmètre d'une ZPPAUP ou d'un secteur sauvegardé nécessiteront une autorisation spéciale accordée par l'autorité administrative compétente en matière de permis de construire après avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France.

Mesures envisagées :

Du fait de la nature des impacts, aucune mesure n'est à envisager.

❖ **Archéologie**

Pas d'impact en phase exploitation.

Mesures envisagées :

Du fait de la nature des impacts, aucune mesure n'est à envisager.

III.9 Aménagement du territoire

III.9.1 Rappel des enjeux des territoires du fuseau

Par thématique

L'impact du projet sur le territoire sera compris sur la base des qualités physiques et / ou réglementaires relevées aujourd'hui. Ces qualités seront organisées par thématiques et analysées dans une visée prospective. Elles permettent avant d'évaluer les impacts du projet, de saisir les enjeux de chacun de ces territoires spécifiques en regard notamment des défis d'accueil des P+E⁵⁵ à venir.

★ **Environnement**

Deux familles ont été isolées :

- Végétal Productif (m²): ont été relevés les surfaces arables à maraîchères ;
- Végétal Loisirs (m²): ont été relevés les Bois, Forêts, Parcs et Jardins publics pour leur qualité d'agrément.

☞ Rappel enjeux d'aménagement lié à l'environnement :

☞ Enjeux Agricoles: Les dernières terres agricoles dans le fuseau semblent vouées à l'urbanisation ?

☞ Enjeux Loisirs: Ces programmes dits attractifs peuvent-ils structurer le développement urbain ?



0 250

Carte: ASAA

⁵⁵ P+E : population et emploi

★ **Infrastructure**

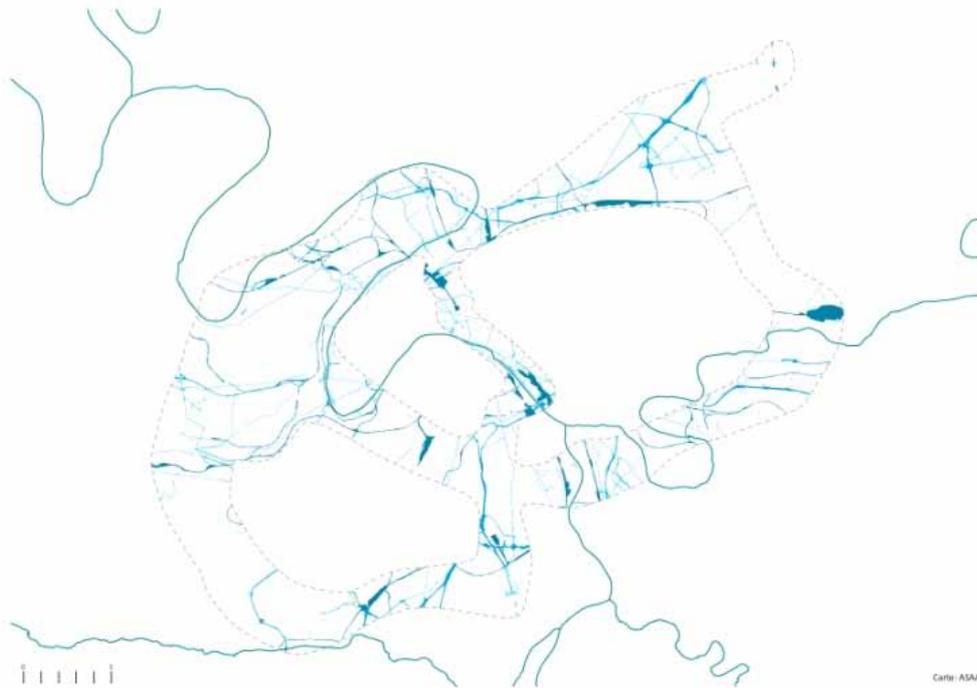
Deux familles ont été isolées :

- Linéaire Ferré + Nombre de Trains (ml): Armature du territoire et desserte ;
- Linéaire Routier + Nombre de voiture (ml): Irrigation du territoire et trafic.

☞ Rappel des enjeux d'aménagement lié aux infrastructures :

☞ Enjeux Ferré: Quelle importance aux emprises ferrées ? Entre Desserte et Rupture

☞ Enjeux Routier: Comment le territoire supporte la présence des tracés routiers ? Entre Desserte et Rupture



★ **Habitat**

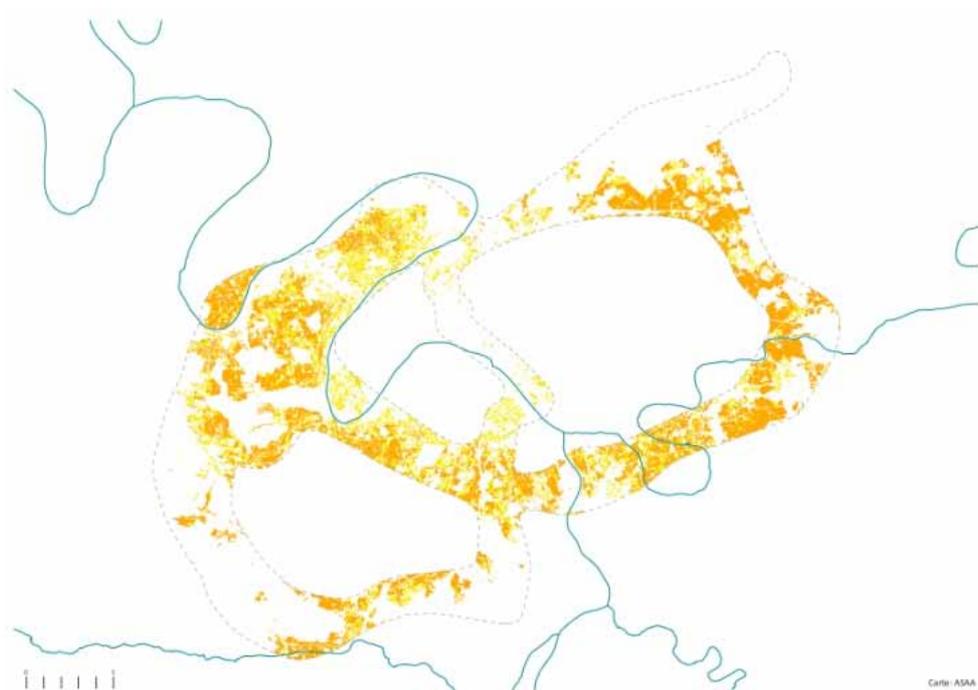
Deux familles ont été isolées :

1. Habitat collectif isolé (m²): Importance de l'habitat collectif densifiable ;
2. Habitat individuel (m²): Importance de l'habitat individuel densifiable.

☞ Rappel enjeux d'aménagement lié aux questions de l'habitat :

☞ Enjeux « collectif isolé »: Présent dans les territoires proches, quelle interactions prévoir avec le métro?

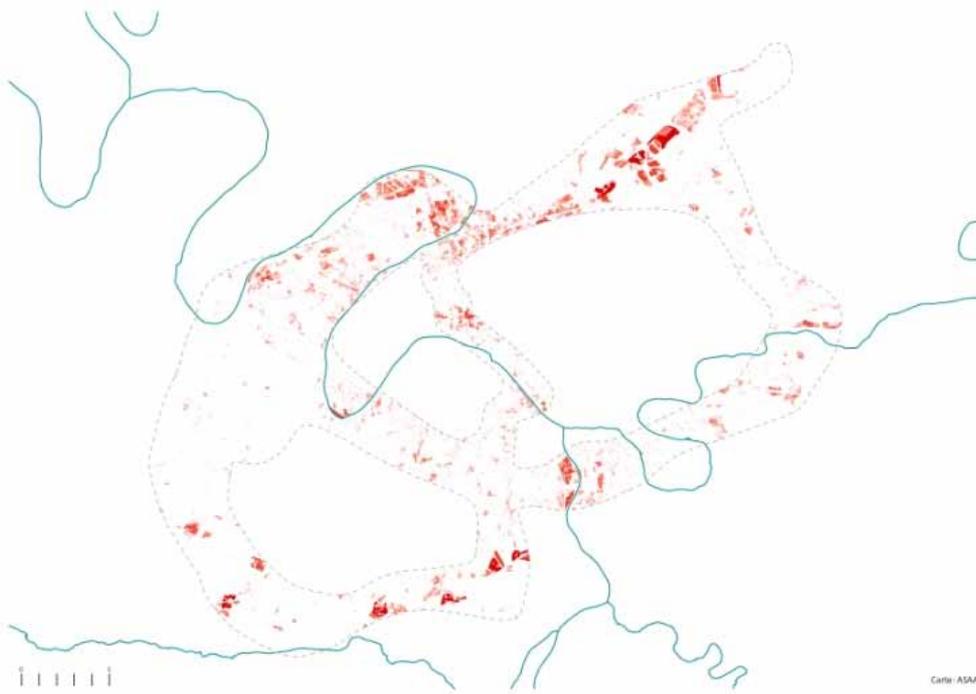
☞ Enjeux « individuel »: Présent dans les territoires éloignés, quelle interactions prévoir avec le métro?



★ **Activités**

Emprises d'activités sup. à 1 ha (m²): Zoning industriel et tertiaire des territoires

- ☞ Rappel des enjeux d'aménagement lié aux activités :
 - ☞ Quelle capacité de mutation ou de régénération offre ce tissu ?
 - ☞ Comment associer les axes de développement industriels lorsqu'ils sont parallèles au fuseau ?
-



★ **Mutable**

Périmètres Mutables (m²): Grandes emprises dites mutables selon l'IAU en 2006

- ☞ Rappel des enjeux d'aménagement lié au mutable :
 - ☞ Comment associer les axes de développement industriels lorsqu'ils sont en parallèle au fuseau ?
-



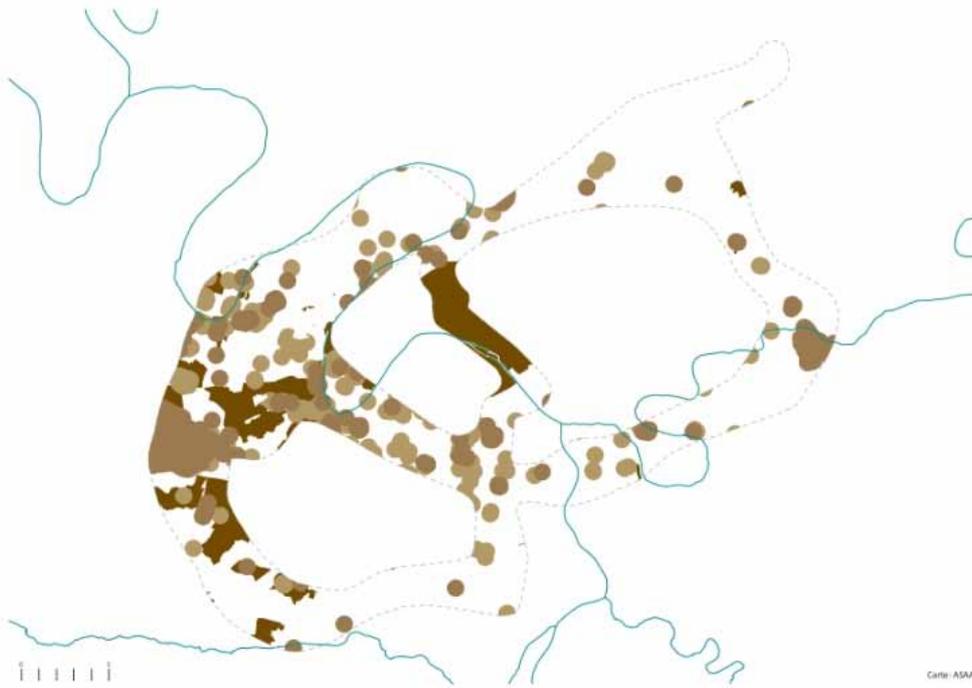
★ **Protection**

Deux familles ont été isolées :

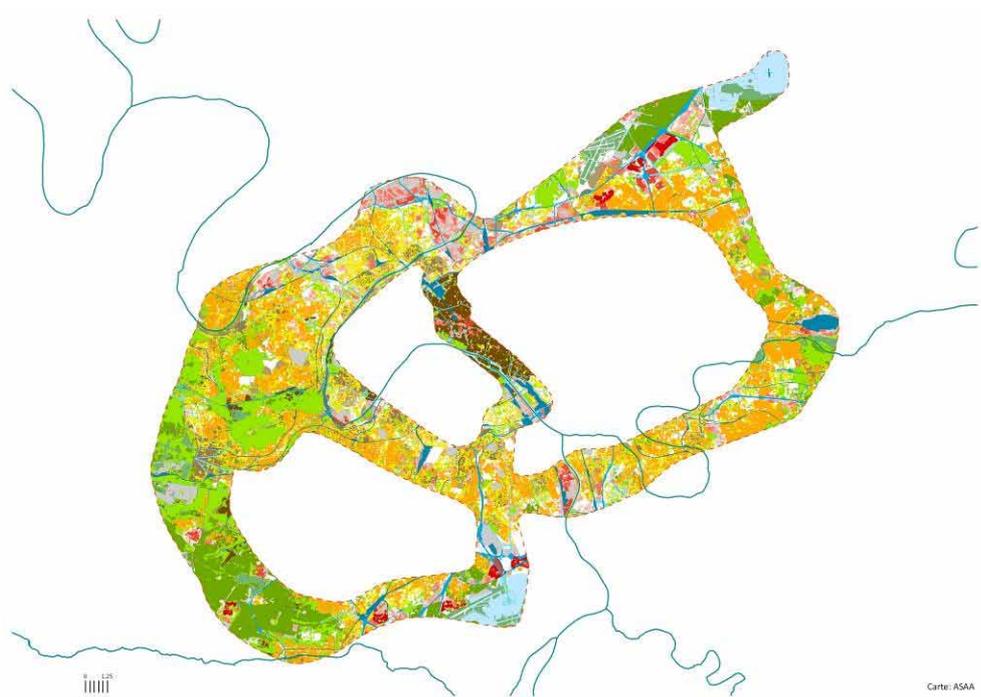
- Périmètres de protection des monuments: blocage du bâti ;
- Périmètres de protection des sites: blocage du territoire.

☞ Rappel enjeux d'aménagement lié aux périmètres de protection :

☞ Comment reconsidérer certains territoires protégés à 100% comme Versailles ?



❖ **Synthèse par thématique**



Paysage [Sud Ouest et Nord Est]

Les qualités paysagères sont à considérer pour l'étude d'impact. L'activité agricole y est importante.

Infrastructure [Nord Ouest et Sud Est]

Les territoires sont plus fracturés que desservis.

Habitat [Est et Ouest]

Fortement résidentiel

Mutable [Nord et au Sud]

Les territoires sont dits mutables

Protection [Sud Ouest]

Proches ou loin de Paris, les territoires perdent-ils de leur flexibilité par leur protections?

Par tronçon

★ *Carte d'identité des Tronçons*

Découpage par tronçon identique à celui réalisé dans la phase 1. Onze tronçons découpent le fuseau par commune concernée par l'emprise du fuseau.

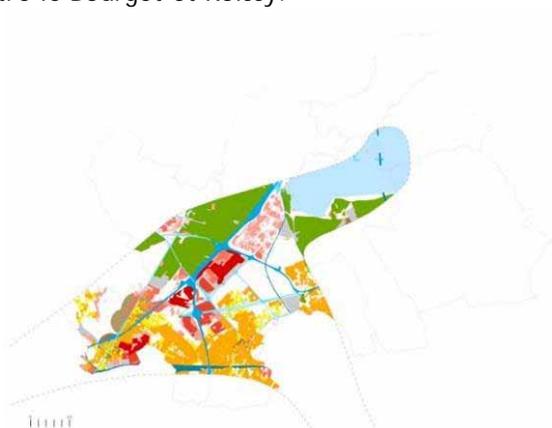
❖ **T01 : Roissy CDG-Le Bourget**

Communes :

Mauregard - Le Mesnil-Amelot - Mitry - Tremblay-en-France - Villepinte - Roissy-en-France - Gonesse - Aulnay-Sous-Bois - Bonneuil-en-France - Le Blanc Mesnil - Dugny - Le Bourget

Enjeux:

Territoire en forte mutation autour de l'A1, en lien avec la présence d'activités, et des terres agricoles. Développement urbain prévu en corridor le long de l'A1 entre le Bourget et Roissy.



❖ **T02 : Le Bourget- Saint-Denis**

Communes :

Le Bourget - La Courneuve - Dugny - Drancy - Aubervilliers - Saint Denis

Enjeux :

Territoire en mutation, offrant une réelle opportunité de mixité programmatique. Le tissu existant est déjà formé aujourd'hui par un mélange hétérogène d'activités, d'habitat collectif, de pavillonnaire, ...



❖ **T03 : Saint-Denis-La Défense**

Communes :

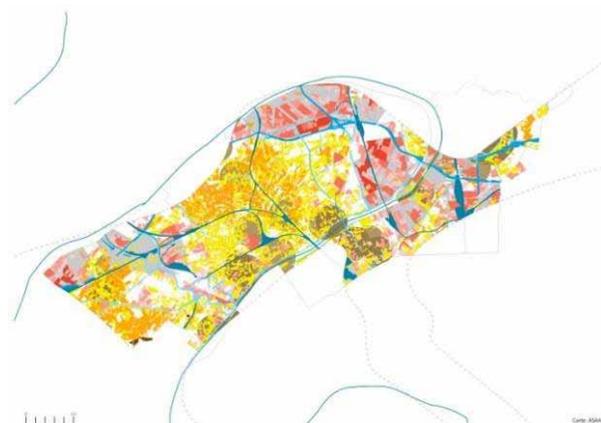
Saint Denis - L'Île-Saint Denis - Saint-Ouen - Villeneuve-la-Garenne - Gennevilliers - Colombes - Bois-Colombes - La Garenne-Colombes - Asnières-sur-Seine - Clichy - Levallois-Perret - Neuilly-sur-Seine - Courbevoie - Puteaux - Nanterre

Enjeux :

Territoire fortement urbanisé. Espace mutable associé aux zones industrielles de Gennevilliers, Villeneuve-la-Garenne et Saint-Denis, puis le long de la Seine entre Gennevilliers et Rueil-Malmaison.

Développement urbain prévu au niveau de la Défense et de la boucle de la Seine (Gennevilliers, Villeneuve la Garenne, Asnières, Saint-Denis, Saint-Ouen)

Présence de l'A86 en rocade de Pleyel à Rueil-Malmaison.



❖ **T04 : La Défense-Versailles**

Communes :

Courbevoie - Puteaux - Nanterre - Rueil Malmaison - Carrières-sur-Seine - Chatou - Le Vésinet - Croissy-sur-Seine - Bougival - Louveciennes - La Cellès-Saint-Cloud - Vaucresson - Rocquencourt - Le Chesnay

- Suresnes - Saint-Cloud - Marne-la-Coquette - Sèvres - Ville d'Avray - Chaville - Viroflay - Versailles

Enjeux :

Territoire principalement résidentiel offrant un cadre de vie d'exception (offre de nature, bien connecté, ..) mais la conservation de ces qualités le rend difficilement mutable.



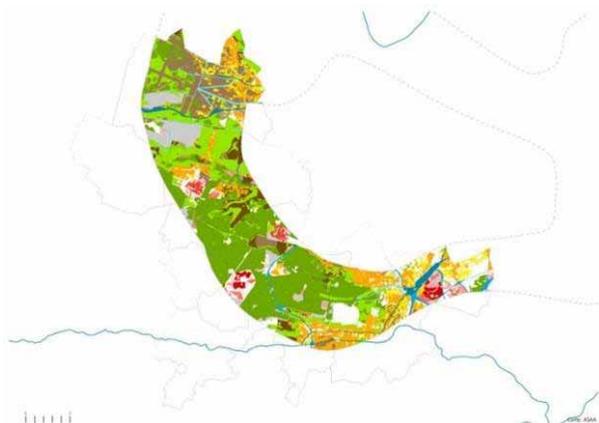
❖ **T05 : Versailles-Massy**

Commune :

Versailles - Buc - Guyancourt - Les Loges-en-Josas - Jouy-en-Josas - Toussus-le-Noble - Saclay - Vauhallan - Villiers-le-Bâcle - Saint-Aubin - Gif sur Yvette - Orsay - Villebon-sur-Yvette - Palaiseau - Igny - Massy

Enjeux :

Territoire préservé. Pôle de développement prévu sur ce tronçon (Plateau de Saclay) à installer dans le respect de ses qualités géographiques.



❖ **T06 : Massy-Orly**

Communes :

Massy - Antony - Wissous - Paray-Vieille-Poste - Villeneuve-le-Roi - Orly

Enjeux :

Entre la gare de Massy et le terminal d'Orly (qui constituent deux arrêts évidents et facilement localisables), le territoire est inégalement urbanisé, et est constitué par des activités, des infrastructures routières, des terres agricoles, et des projets d'aménagement.



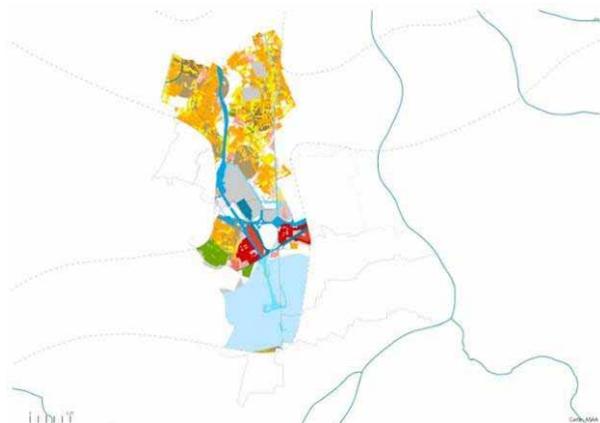
❖ **T07 : Orly-Villejuif**

Communes :

Paray-Vieille-Poste - Villeneuve-le-Roi - Orly - Thiais - Rungis - Chevilly-Larue - L'Haye-les-Roses - Cachan - Villejuif

Enjeux :

Territoire marqué dans sa partie Sud par un tissu d'activité installé autour d'Orly et de la plateforme de Rungis. Dans sa partie Nord, tissu dense d'habitat collectif et individuel. Présence de la N7, liaison directe entre Orly et Villejuif.



❖ **T08 : Villejuif-Descartes**

Communes :

Villejuif - Vitry-sur-Seine - Choisy-le-Roi - Alfortville - Maisons-Alfort - Créteil - Saint-Maur-des-Fossés - Champigny-sur-Marne - Villiers-sur-Marne - Noisy-le-Grand - Champs-sur-Marne - Emerainville - Noisiel

Enjeux :

Territoire d'étalement urbain ancien (pavillonnaire) qui constitue un enjeu très fort en matière de restructuration urbaine. En particulier, les aménagements mis en place dans le cadre du cluster de la ville durable prenant appui sur la Cité Descartes modifieront en profondeur ce territoire.



❖ **T09 : Descartes-Le Bourget**

Communes :

Champs-sur-Marne - Noisiel - Vaires-sur-Marne - Brou sur Chantereine - Gournay-sur-Marne - Chelles - Montfermeil - Clichy-sous-Bois - Coubron - Livry-Gargan - Sevran - Aulnay-sous-Bois - Le Blanc Mesnil - Le Bourget

Enjeux :

Territoire d'étalement urbain entrecoupé par quelques poches de nature. Accessibilité difficile sans voiture.



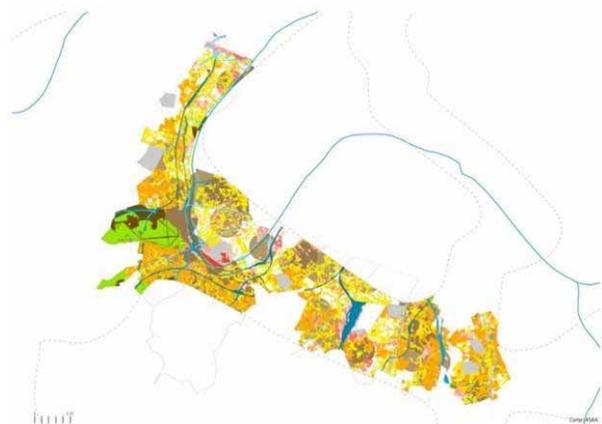
❖ **T10 : La Défense-Villejuif**

Communes :

Puteaux - Suresnes - Saint Cloud - Sèvres - Boulogne Billancourt - Meudon - Issy-les-Moulineaux - Vanves - Malakoff - Chatillon - Montrouge - Bagneux - Cachan - Arcueil - Villejuif

Enjeux :

Territoire constitué qui a en grande partie épuisé sa capacité de mutabilité. Sa transformation se limite désormais à des aménagements ponctuels de faible envergure.



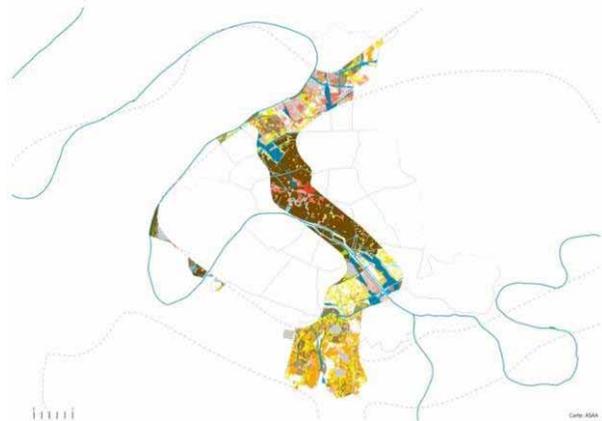
❖ **T11 : Saint-Denis-Villejuif**

Communes

Saint Denis - Saint Ouen - Clichy - Levallois - Paris - Gentilly - Le Kremlin-Bicêtre - Ivry - Arcueil - Cachan - Villejuif

Enjeux :

Opportunité d'accrocher les arrondissements de Paris limitrophes aux pôles de développements en mutation (18 et 19ème arr. à Pleyel, 13ème arr. à Ivry et à la vallée des biotechnologies) pour bénéficier de leur dynamisme d'évolution.



Enjeux des territoires

Des grandes familles de territoires se dessinent :

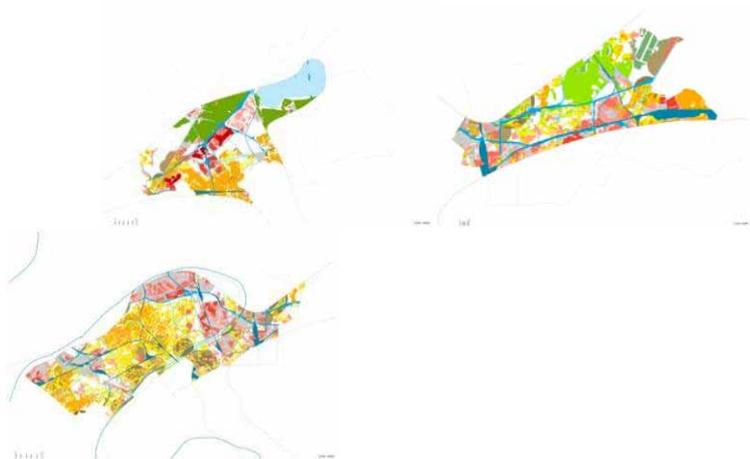
1. Les plus mutables :

T1 / T2 / T3

Concentrent le plus de surface mutable.

Ces territoires dits mutables sont associés à de grandes emprises industrielles

L'enjeu de ces tronçons 1,3 et 5 devrait être d'accueillir le tracé et les gares sur ces types de territoires



2. Les plus paysagers :

T4 / T5 / T9

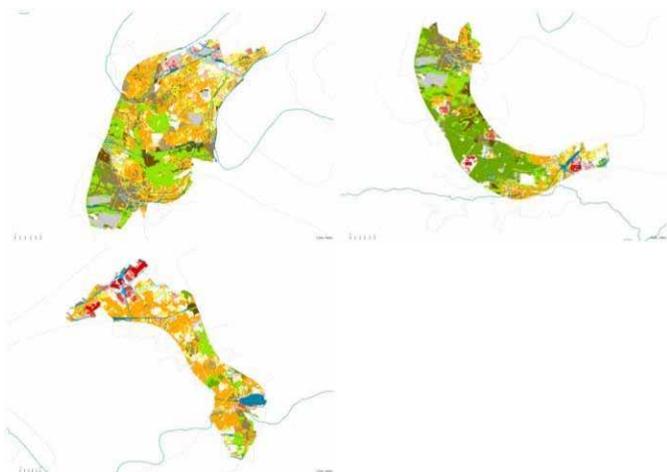
Concentrent un tissu pavillonnaire associé à de grandes emprises naturelles boisées et ou agricoles.

Dans le cas du Tronçon 4, un réseau de chambres boisées autour desquelles l'urbanisation se développe aujourd'hui participe d'une qualité de vie à conserver dans ses enjeux de développement.

Le Tronçon 5, majoritairement agricole et boisé, l'urbanisation mineure à ce jour respecte une structure de développement autour de bourgs ou dans les vallées. La qualité de son développement sera donc fonction du respect et de la maîtrise des incidences du développement sur les milieux naturels en place.

Le Tronçon 9, d'Aulnay à Chelles en particulier, est un territoire de frange urbaine. Ce tissu hétérogène ou bien souvent les qualités paysagères sont sous évaluées, demande d'être intégrées aux enjeux de développement. Il sera important de considérer le rôle des gares dans la création de nouvelles centralités potentiellement articulées à des espaces de récréation ou de loisirs.

On voit donc comment l'importance du milieu naturel qualifie ces territoires, en même temps qu'il définit fortement leurs enjeux de développement.



3. Les plus connectés :

T6 / T7 / T10

Proches de Paris, ils sont moins clairement marqués. Ni fortement mutables, ni fortement pavillonnaires.

L'importance de l'existant (Infrastructures maillée plus densément) en fait un territoire d'opportunité sous contrainte. L'enjeu des tronçons 6, 7 et 10 devrait être d'adapter au cas par cas l'accueil du tracé et gares



III.9.2 Capacité théorique de densification du fuseau d'ici 2035

Objectifs

Evaluer la capacité du territoire à absorber les évolutions de P+E en maîtrisant les incidences environnementales.

Cette maîtrise des incidences environnementales passe principalement par la limitation de l'étalement urbain. Face à cela, la densification du territoire bâti ou viabilisé permet de ne pas ouvrir de nouveaux sols à l'urbanisation.

L'arrivée de l'infrastructure, offrant une meilleure accessibilité aux territoires concernés, favorise, et polarise, cette densification.

« Evaluer la capacité du territoire à absorber les évolutions de P+E en maîtrisant les incidences environnementales » passe donc ici par évaluer la capacité théorique de densification du territoire et de la mettre en rapport avec les projections de P+E attendus à l'horizon 2035.

Méthodologie

L'approche méthodologique choisie pour évaluer la capacité théorique de densification du fuseau est basée sur trois hypothèses :

- Hypothèse 1 : les projections de P+E à l'horizon 2035
- Hypothèse 2 : les ratios standards de conversion des P+E en m² de SHON
- Hypothèse 3 : la critérisation du MOS 83 par Delta COS

★ *Projections de P+E à l'horizon 2035*

Les projections de P+E attendus à l'horizon 2035 avancées ici ont été définies au niveau communal par le maître d'ouvrage. Si elles peuvent servir de « cadre » dans cette étude, afin d'évaluer la capacité du territoire à absorber les évolutions de P+E en maîtrisant les incidences environnementales, elles ne peuvent en aucun cas être considérées comme des objectifs politiques arrêtés. En effet, ces projections ont été construites en tenant compte des évolutions probables et des volontés politiques exprimées dans la loi sur le Grand Paris mais avec comme objectif restreint d'alimenter les modèles pour l'analyse de la mobilité et de l'accessibilité. Aussi, si ces données restent pertinentes pour analyser les grandes tendances prévues de l'occupation de l'espace, est-il nécessaire de préciser qu'elles sont utilisées ici avant tout comme jauge de la capacité théorique de densification du territoire, et non comme objectifs d'aménagement officiels.

★ *Ratios standards de conversion des P+E en m² de SHON*

Afin de mettre en rapport les projections de P+E attendus à l'horizon 2035 avec la capacité théorique de densification du territoire, il s'agit, dans un premier temps, de mesurer le nombre de nouveaux P+E projetés à l'horizon 2035 sur les communes du fuseau, et de le convertir en nombre de m² de SHON⁵⁶ nécessaire à l'accueil de ces P+E.

Cette conversion demande la définition de ratios, qui ont été établis en fonction de la surface moyenne standard attribuée par habitant et par emploi. A l'échelle où nous nous plaçons, ces ratios ont été appliqués de manière uniforme sur le territoire, bien qu'il semble vraisemblable qu'à une échelle plus fine ceux-ci varient géographiquement en fonction du type de logement ou du type d'emploi considérés.

Logement : pour le logement, le ratio a été établi à partir d'un rapport SHAB (surface habitable)/ SHON usuel de 0.82. La surface habitable par habitant est calculée sur la base d'un T3 francilien de 70m², pour 3 personnes.

Le ratio obtenu est donc de 30m² SHON / habitant.

Emploi : pour l'emploi, le ratio a également été établi à partir d'un rapport SHAB/ SHON usuel de 0.82. C'est un ratio mixte, prenant en considération l'emploi sous ces différentes formes : bureaux, commerce, artisanat, industrie. La surface habitable moyenne par emploi a été fixée à 10 m².

Le ratio obtenu est donc de 12m² SHON/ emploi.

Ce ratio est inférieur au ratio actuel, évalué à 20m² par emploi en 2005. Cet estimatif est néanmoins cohérent avec les objectifs des employeurs qui cherchent à réduire leur coûts, ainsi qu'avec des objectifs environnementaux de densité et de compacité.

Les surfaces supplémentaires qui viendraient de l'adaptation du stock existant à ce nouveau ratio (20m²-> 12m²) n'ont pas été prises en considération dans les évaluations de SHON nécessaire. En effet, si ces surfaces pourraient s'avérer potentiellement importantes, la part de réalisation de cette adaptation semble difficilement quantifiable.

★ *Critérisation du MOS 83 par Delta COS*

Il s'agit, d'autre part et indépendamment, d'évaluer l'aptitude des territoires concernés à recevoir une augmentation potentielle de SHON et à quantifier cette augmentation. Celle-ci n'est pas à considérer comme un projet de « SHON à construire », mais bien comme un outil d'aide à la décision permettant d'évaluer le potentiel des territoires, notamment à limiter l'étalement urbain.

A partir d'une analyse du MOS 83⁵⁷, il est possible de distinguer les postes du MOS qui sont densifiables de ceux qui ne le sont pas.

En effet, en cohérence avec des exigences environnementales et la volonté de limiter l'étalement urbain, certains postes (aujourd'hui peu ou pas construits)

⁵⁶ SHON : Surface hors œuvre nette, c'est-à-dire grossièrement, surface de plancher.

⁵⁷ Mode d'occupation du sol – 83 postes

ont été considérés ici comme « fermés » à l'urbanisation, et donc à la densification. D'autres postes, bâtis et déjà très denses, ont également été considérés comme non densifiables.

Restreinte ainsi aux postes densifiables, l'analyse de la capacité de densification a été exprimée par l'introduction du « Delta COS ». Comme son nom l'indique, celui-ci est constitué par la prise en compte uniquement de la part d'augmentation potentielle du COS. Le travail d'attribution de Delta COS par poste a été établi en fonction d'une connaissance des différents postes et de leurs caractéristiques architecturales et urbaines permettant d'évaluer, pour chacun, un seuil acceptable de densification.

Une fois attribué un Delta COS à chaque poste, il a été possible de regrouper en famille les postes ayant de même Delta COS.

L'importance surfacique relative de chaque famille permet alors de quantifier les apports potentiels de SHON sur chacun des tronçons.

Une fois ces apports quantifiés, il est possible de les comparer aux besoins projetés sur chaque tronçon, et de conclure sur le fait que ces territoires peuvent accueillir plus et largement plus que leur propre besoin, et pourraient donc absorber une partie des populations environnantes plus éloignées.

☞ Les chiffres de densification avancés par la suite sont néanmoins à nuancer. Il s'agit de la capacité théorique de densification. Il n'est pas à prévoir que cette densification se réalise dans son intégralité, ni de manière uniforme. Au contraire, le projet d'infrastructure va de pair avec des objectifs politiques d'aménagement visant une densification ciblée via la création de pôles mixtes et concentrés. En revanche, ces indications seront probablement utiles pour préparer les travaux d'aménagement à venir, notamment dans le cadre des contrats de développement territorial prévus par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris.

Hypothèse 1 : les projections de P+E à l'horizon 2035

[P+E] 2035

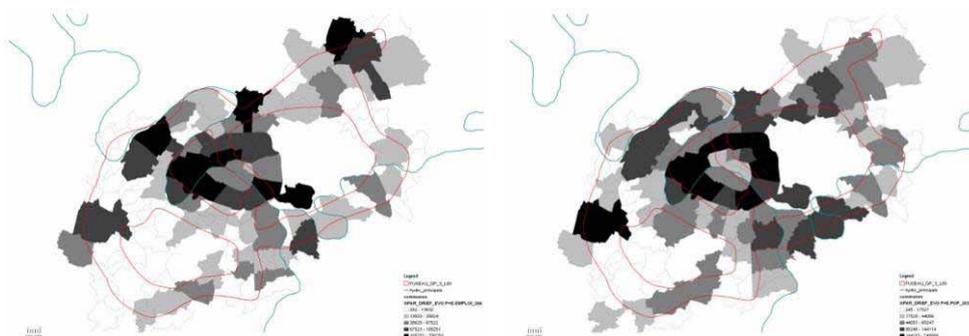
Intégrer les projections de Population et d'Emplois à l'horizon 2035 sur les communes concernées par le tracé du fuseau.

Population sur les communes du fuseau

Emplois sur les communes du fuseau

+ 1 199 620 habitants à l'horizon 2035

+ 980 157 emplois à l'horizon 2035



Total P+E

Un gain de + 2 179 777 de population et emplois sur les communes du fuseau

Hypothèse 2 : conversion des P+E en m² de SHON

Besoin en Logement : 30 m² SHON / Habitant x (1 199 620 habitants à l'horizon 2035)

Besoin en Bureaux : 12 m² SHON / Emploi x (980 157 emplois à l'horizon 2035)

Soit +11 761 884 m² SHON nécessaires pour accueillir les nouveaux P+E projetés sur les communes du fuseau.

Hypothèse 3 : critérisation du MOS 83 par Delta COS

★ *Territoire non densifiable*

❖ *Non densifiable bâti*

Cette catégorie représente les postes qui possèdent un niveau de densification maximal (tours), ceux dont la densification serait trop coûteuse (tissu d'habitat collectif continu haut type Haussmann), ou encore ceux dont le programme s'adapterait mal à une densification (prisons, lieux de culte, ...)

Les postes bâtis du MOS 83 dits verrouillés :

34	Habitat collectif continu haut	68	Installations radioélectriques
36	Prisons	69	Administrations autres
45	Grands magasins	70	Production d'eau
46	Stations-service	71	Assainissement
50	Centres équestres	72	Electricité
51	Piscines couvertes	73	Gaz
52	Piscines en plein air	74	Pétrole
53	Autodromes	75	Infrastructures autres
54	Enseignement de premier degré	76	Emprises de transport ferré
60	Cimetières	77	Autoroutes
61	Mairies	78	Voies de plus de 25 m d'emprise
63	Lieux de culte	82	Installations aéroportuaires
64	Grands équipements culturels	83	Chantiers
66	Sièges d'administrations territoriales		

❖ **Non densifiable non bâti**

Cette catégorie représente les postes possédant une qualité d'agrément reconnue ou potentielle, ainsi que ceux possédant une qualité productive agricole ou animale. En tant qu'espaces ouverts, ces postes sont à protéger de l'urbanisation.

Les postes non-bâti du MOS 83 dits verrouillés :

1	Bois ou forêts	12	Carrières, sablières
2	Coupes ou clairières en forêts	13	Décharges
3	Peupleraies	14	Espaces ruraux vacants (marais, friches...)
4	Terres labourées	15	Berges
5	Surfaces en herbe à caractère agricole	16	Parcs liés aux activités de loisirs
6	Vergers, pépinières	17	Parcs ou jardins
7	Maraîchage, horticulture	23	Tennis découverts
8	Cultures intensives sous serres	24	Baignades
9	Eau fermée (étangs, lacs...)	26	Parcs d'évolution d'équipements sportifs
10	Cours d'eau	27	Golfs
11	Surfaces en herbe non agricoles	28	Hippodromes



Carte: ASAA

★ **Territoire densifiable**

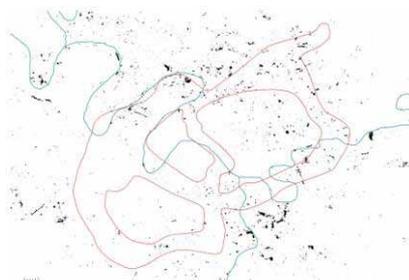
Les postes supportant une densification

29	Terrains vacants urbain
81	Gares routières,
43	Centres commerciaux
44	Hypermarchés
62	Marchés permanents
79	Parkings de surface
40	Zones d'activités
39	Grandes activités
41	Entreposage à l'air libre
49	Sportives couvertes
56	Enseignement supérieur
67	Missions de sécurité civile
80	Parkings en étages
18	Jardins familiaux
19	Jardins habitat individuel
30	Habitat individuel
31	Pavillonnaire identique
35	Habitat coll. discontinu
37	Habitat autre
38	Activités en tissu urbain
47	Autres commerces
55	Enseignement secondaire
57	Enseignement autre
20	Jardins de l'habitat rural
21	Jard. habitat continu bas
22	Terrains de sport plein air
25	Camping, caravaning
32	Habitat rural
33	Habitat continu bas
42	Activités prod. animale
48	Bureaux
58	Hôpitaux, cliniques
59	Equipements santé
65	Equipements proximité

★ **Familles de Delta COS**

Delta COS 1,5 Terrain Vacant

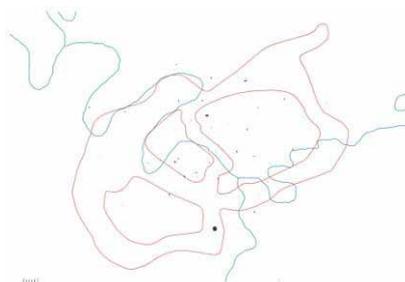
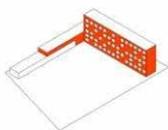
29 Terrains vacants urbains



Cette famille est diffuse sur le territoire et concerne principalement des petites emprises, mais elle acquiert néanmoins, du fait de son Delta COS élevé, un impact important.

Delta COS 1 Gares Routières

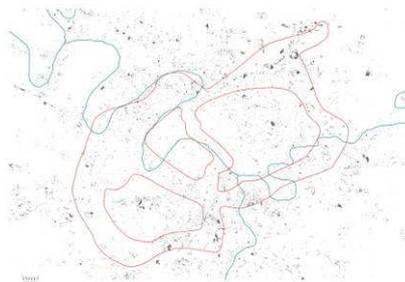
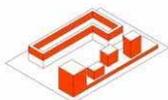
81 Gares routières



Malgré un Delta COS important, cette famille, très faiblement représentée à l'échelle du fuseau, a un impact marginal sur la densification potentielle.

Delta COS 0,75 Grandes Surfaces

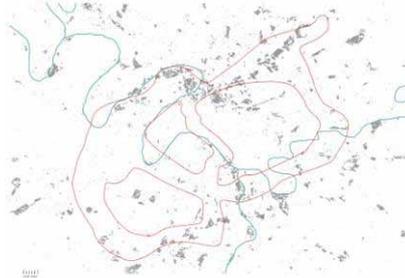
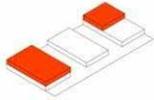
- 43 Centres commerciaux
- 44 Hypermarchés
- 62 Marchés permanents
- 79 Parkings de surface



Cette famille se trouve répartie de manière presque uniforme sur les territoires urbanisés. Son Delta COS important et la relative ampleur des emprises concernées lui confèrent un impact fort.

Delta COS 0,5 Activités et Equipements

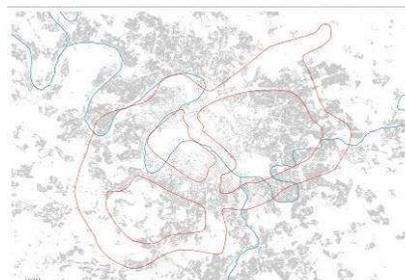
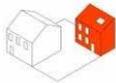
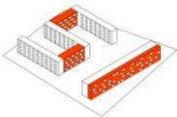
- 40 Zones d'activités
- 39 Grandes activités
- 41 Entreposage à l'air libre
- 49 Sportives couvertes
- 56 Enseignement supérieur
- 67 Missions de sécurité civile
- 80 Parkings en étages



Définie par de grandes emprises et un Delta Cos moyen, cette famille a un impact important sur la densification théorique, mais très localisé, puisque sa répartition se trouve très majoritairement au Nord et au Sud du fuseau.

Delta COS 0,25 Habitat et Services

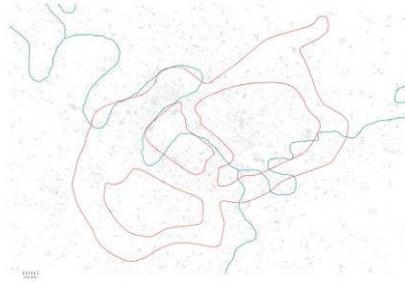
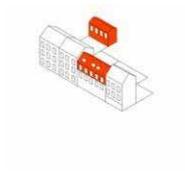
- 18 Jardins familiaux
- 19 Jardins habitat individuel
- 30 Habitat individuel
- 31 Pavillonnaire identique
- 35 Habitat coll. discontinu
- 37 Habitat autre
- 38 Activités en tissu urbain
- 47 Autres commerces
- 55 Enseignement secondaire
- 57 Enseignement autre



L'extrême représentation de cette famille sur le territoire en fait nécessairement une famille à enjeux. Néanmoins son impact sur la densification théorique est largement conditionné par la volonté des pouvoirs publics et les modifications des réglementations urbaines.

Delta COS 0,15 Divers

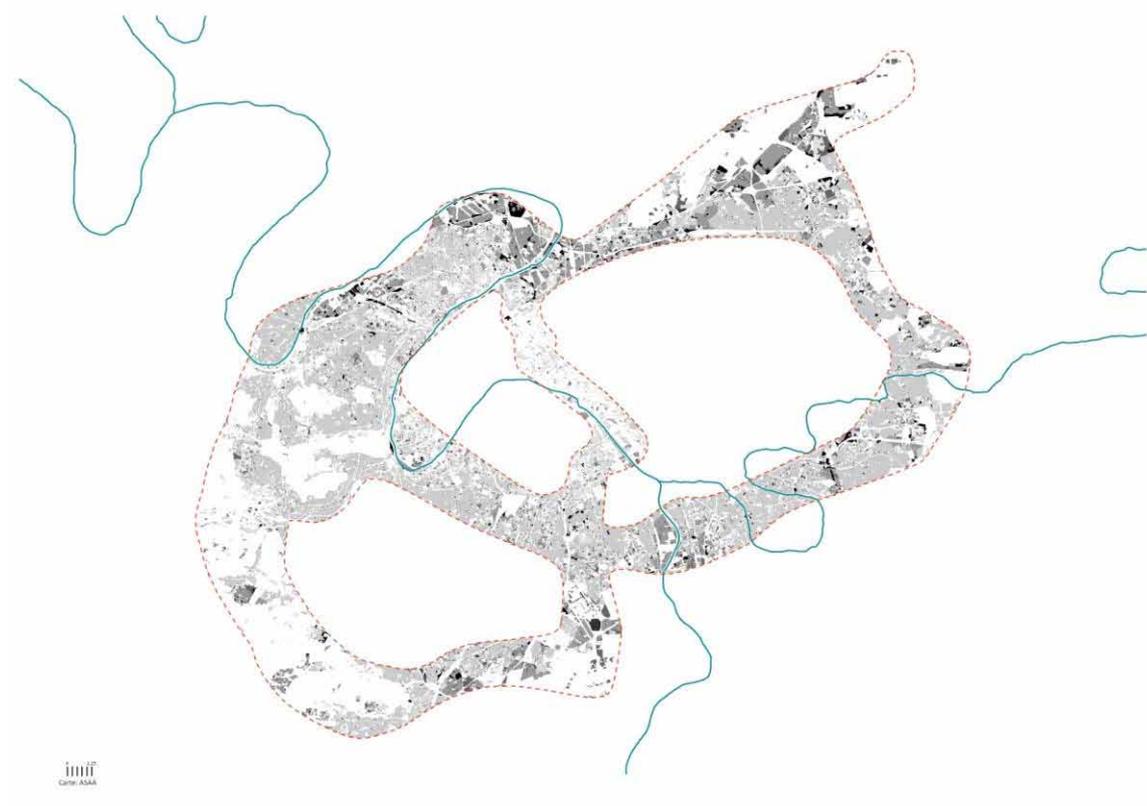
- 20 Jardins de l'habitat rural
- 21 Jard. habitat continu bas
- 22 Terrains de sport plein air
- 25 Camping, caravaning
- 32 Habitat rural
- 33 Habitat continu bas
- 42 Activités prod. animale
- 48 Bureaux
- 58 Hôpitaux, cliniques
- 59 Equipements santé
- 65 Equipements proximité



Cette famille se retrouve de manière diffuse et uniforme sur le territoire du fuseau, mais sa faible capacité de densification lui confère un impact limité.

Résultat de ces trois hypothèses : Aptitude à l'échelle du fuseau

Appliquée à l'ensemble du fuseau, la méthodologie de densification par Delta COS permet de quantifier à **+ 92 053 443 m² SHON** la capacité théorique de densification du fuseau



☞ Ce résultat est largement supérieur aux besoins de SHON nécessaires à l'accueil des projections de P+E des communes du fuseau à l'horizon 2035.

☞ La capacité d'accueil étant théoriquement supérieure à celle prévue, la densification du fuseau peut donc théoriquement permettre de limiter l'étalement urbain et satisfaire les objectifs prévus par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris en matière de construction de logements.

Résultat de ces trois hypothèses : Aptitude par tronçon

Afin d'interpréter les résultats obtenus, nous proposons de hiérarchiser les tronçons en fonction de leur aptitude à accueillir les P+E horizon 2035.

L'aptitude se calcule par le rapport : SHON nécessaire à l'accueil des nouveaux P+E horizon 2035 sur la SHON potentielle issue de la densification théorique.

Une bonne aptitude exprimera une faible pression de densification théorique.

T06 : Massy-Orly

- **Communes :**
Massy - Antony - Wissous - Paray-Vieille-Poste - Villeneuve-le-Roi - Orly

- **densification théorique du tronçon 6**

11 050 924 m² SHON potentielle

- **hypothèse nouveaux P+E horizon 2035 sur tronçon 6**

Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 94 250 les nouveaux P+E sur le tronçon 6, soit 2 261 177 m² SHON⁵⁸



20 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

⁵⁸ Calculé avec les mêmes ratios que ceux présentés au-dessus : 30m² SHON/ habitant, et 12m²SHON/ emploi

T07 : Orly-Villejuif

- **Communes :**
Paray-Vieille-Poste - Villeneuve-le-Roi - Orly - Thiais - Rungis - Chevilly-Larue - L'Haye-les-Roses - Cachan - Villejuif

- **densification théorique du tronçon 7**

11 846 543 m² SHON potentielle

- **hypothèse nouveaux P+E horizon 2035 sur tronçon 7**

Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 125 444 les nouveaux P+E sur le tronçon 7, soit + 3 010 676 m² SHON



25 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

T09 : Descartes-Le Bourget

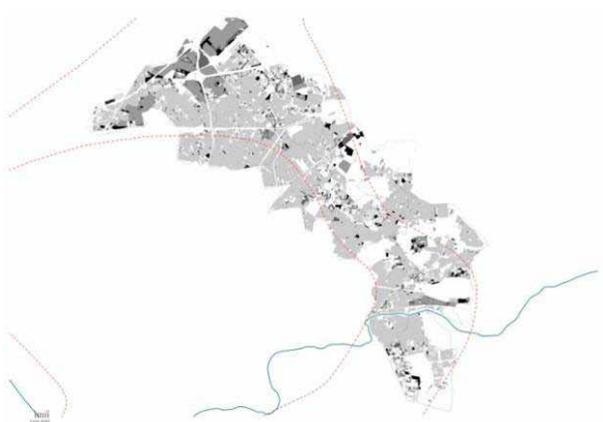
- **Communes :**
Champs-sur-Marne - Noisiel - Vaires sur Marne - Brou sur Chantereine - Gournay-sur-Marne - Chelles - Montfermeil - Clichy-sous-Bois - Coubron - Livry-Gargan - Sevrans - Aulnay-sous-Bois - Le Blanc Mesnil - Le Bourget

- **densification théorique du tronçon 9**

21 722 699 m² SHON potentielle

- **hypothèse nouveaux P+E horizon 2035 sur tronçon 9**

Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 235 034 les nouveaux P+E sur le tronçon 9, soit 5 640 826 m² SHON



26 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

T01 : Roissy CDG-Le Bourget

- **Communes :**
Mauregard - Le Mesnil-Amelot - Mitry - Tremblay-en-France - Villepinte - Roissy-en-France - Gonesse - Aulnay-Sous-Bois - Bonneuil-en-France - Le Blanc Mesnil - Dugny - Le Bourget
- **densification théorique du tronçon 1**
25 136 710 m² SHON potentielle
- **projections P+E horizon 2035 sur tronçon 1**
Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 317 335 les nouveaux P+E sur le tronçon 1, soit 7 618 460 m² SHON



30 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

T08 : Villejuif-Descartes

- **Communes :**
Villejuif - Vitry-sur-Seine - Choisy-le-Roi - Alfortville - Maisons-Alfort - Créteil -
Saint-Maur-des-Fossés - Champigny-sur-Marne - Villiers-sur-Marne - Noisy-le-
Grand - Champs-sur-Marne - Emerainville - Noisiel
- **densification théorique du tronçon 8**
22 445 110 m² SHON potentielle
- **hypothèse nouveaux P+E horizon 2035 sur tronçon 8**
Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 289 512 les nouveaux P+E sur le
tronçon 8, soit 6 948 288 m² SHON



31 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

T03 : Saint-Denis-La Défense

- **Communes :**

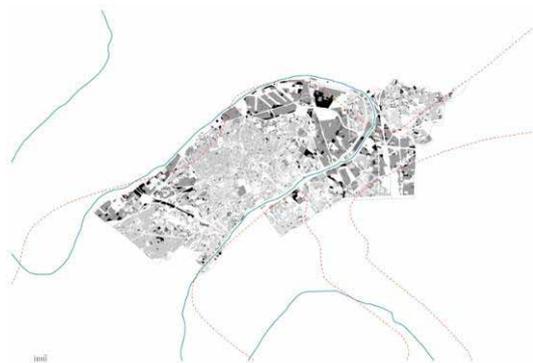
Saint Denis - L'Île-Saint Denis - Saint-Ouen - Villeneuve-la-Garenne - Gennevilliers
- Colombes - Bois-Colombes - La Garenne-Colombes - Asnières-sur-Seine - Clichy -
Levallois-Perret - Neuilly-sur-Seine - Courbevoie - Puteaux - Nanterre

- **densification théorique du tronçon 3**

19 979 981 m² SHON potentielle

- **hypothèse nouveaux P+E horizon 2035 sur tronçon 3**

Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 272 447 les nouveaux P+E sur le tronçon 3, soit 6 538 745 m² SHON



33 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

T10 : La Défense-Villejuif

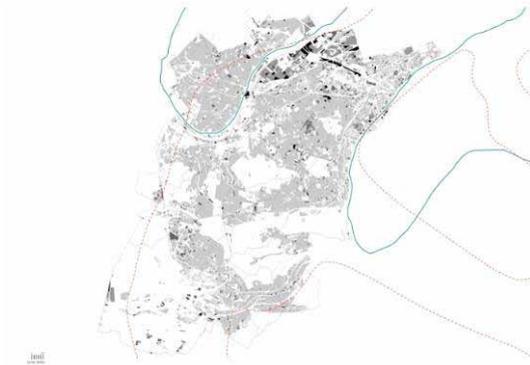
- **Communes :**
Puteaux - Suresnes - Saint Cloud - Sèvres - Boulogne Billancourt - Meudon - Issy-les-Moulineaux - Vanves - Malakoff - Chatillon - Montrouge - Bagneux - Cachan - Arcueil - Villejuif
- **densification théorique du tronçon 10**
12 692 917 m² SHON potentielle
- **hypothèse nouveaux P+E horizon 2035 sur tronçon 10**
Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 195 873 les nouveaux P+E sur le tronçon 10, soit 4 700 952 m² SHON



37 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

T04 : La Défense-Versailles

- **Communes :**
Courbevoie - Puteaux - Nanterre - Rueil Malmaison - Carrières-sur-Seine - Chatou - Le Vésinet - Croissy-sur-Seine - Bougival - Louveciennes - La Celles-Saint-Cloud - Vaucresson - Rocquencourt - Le Chesnay - Suresnes - Saint-Cloud - Marne-la-Coquette - Sèvres - Ville d'Avray - Chaville - Viroflay - Versailles
- **densification théorique du tronçon 4**
19 719 006 m² SHON potentielle
- **hypothèse nouveaux P+E horizon 2035 sur tronçon 4**
Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 326 791 les nouveaux P+E sur le tronçon 4, soit 7 842 999 m² SHON



40 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

T05 : Versailles-Massy

- **Commune :**

Versailles - Buc - Guyancourt - Les Loges-en-Josas - Jouy-en-Josas - Toussus-le-Noble - Saclay
- Vauhallan - Villiers-le-Bâcle - Saint-Aubin - Gif sur Yvette - Orsay - Villebon-sur-Yvette - Palaiseau - Igny - Massy

- **densification théorique du tronçon 5**

13 563 757 m² SHON potentielle

- **hypothèse nouveaux P+E horizon 2035 sur tronçon 5**

Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 236 007 les nouveaux P+E sur le tronçon 5, soit 5 664 178 m² SHON



42 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

T02 : Le Bourget- Saint-Denis

- **Communes :**

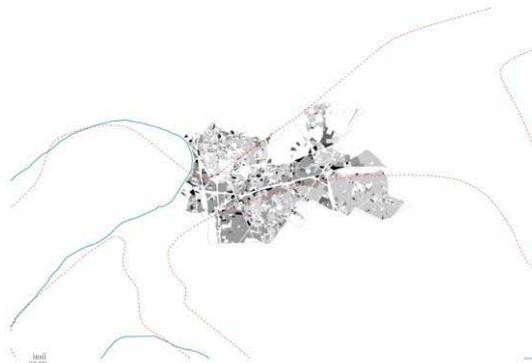
Le Bourget - La Courneuve - Dugny - Drancy - Aubervilliers - Saint Denis

- **densification théorique du tronçon 2**

11 839 550 m² SHON potentielle

- **hypothèse nouveaux P+E horizon 2035 sur tronçon 2**

Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 276 475 les nouveaux P+E sur le tronçon 2, soit 6 635 400 m² SHON



56 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

T11: Saint-Denis-Villejuif

- **Communes**
Saint Denis - Saint Ouen - Clichy - Levallois - Paris - Gentilly - Le Kremlin-Bicêtre
- Ivry - Arcueil - Cachan - Villejuif
- **densification théorique du tronçon 11**
18 773 542 m² SHON potentielle
- **hypothèse nouveaux P+E horizon 2035 sur tronçon 11**
Les projections à l'horizon 2035 estiment à + 463 732 les nouveaux P+E sur le tronçon 11, soit 11 129 580 m² SHON



59 % de la densification théorique de ce tronçon répondrait aux projections de P+E à l'horizon 2035 sur ce tronçon

Conclusion

Des familles de territoires peuvent émerger en fonction de leurs aptitudes à accueillir les P+E à l'horizon 2035

- Famille Très Apte : de 20% à 35% : T01 (30%), T03 (38%), T06 (20%), T07 (25%), T08 (31%), T09 (26%),
- Famille Médian : de 35% à 50% : T4, T5, T10 (34%)
- Famille Moins Apte (Famille nécessitant une approche très fine pour permettre la densification nécessaire) : 50% et plus : T2 (56%), T11 (59%)

Très Apte : Boucle Est (Massy au Bourget)

Les territoires de grandes emprises logistiques et pavillonnaires de l'arc Est en seconde couronne sont selon cette méthode de densification théorique du bâti existant, *aptés* à répondre aux estimations P+E horizon 2035. Et les impacts seraient à premier abord minimes.

Néanmoins, la bonne aptitude de ces territoires est à minorer car elle dépend fortement de la densification du pavillonnaire. Or, si cette densification se réalisait, elle nécessiterait une modification importante des réglementations type PLU actuelles. Afin de maîtriser les incidences environnementales qu'engendrerait cette densification massive du pavillonnaire, il serait nécessaire d'adapter l'ouverture des réglementations en fonction des distances aux gares nouvelles et existantes.

Médians : les Boucles de l'Ouest (Gennevilliers à Saclay)

Les territoires se divisent en deux catégories. Les très paysagers (protégés, résidentiels de coteaux et vallées) diffèrent des très constitués (densifiés, connectés).

Dans le cas des tronçons paysagers, la surface bâtie et densifiable étant faible, ces résultats nuancent les perspectives d'accueil des P+E. Afin de limiter les impacts, l'aménagement du territoire doit soit se concentrer sur des opportunités de développement ponctuelles (Massy, Versailles Chantier...), soit reconsidérer localement certains domaines de protection de sites bâtis ou paysagers.

Dans le cas des tronçons constitués, la proximité de Paris exerce sur ces territoires une pression en termes d'accueil des P+E. Par ailleurs, la forte présence de tissu densifiable est à nuancer par sa faible densification théorique (Delta COS entre 0,15 et 0,25). Il est déterminant pour ces territoires de continuer à accueillir des augmentations de population et d'emplois. Leur densification sera probablement coûteuse par endroit du fait de la complexité du tissu actuel; elle sera toutefois d'autant plus aisée que des dispositions spécifiques et ambitieuses en matière d'urbanisme seront proposées.

Moins Apte : Nord-Sud Parisien

On distinguera Paris, des communes limitrophes.

Dans le premier cas, certains postes nécessiteraient d'être ouverts. Si le bâti de type Haussmannien ne permet pas la densification, certains postes comme les emprises ferroviaires

représenteraient en revanche des opportunités de création de foncier.

Dans le second cas, les communes limitrophes au Sud de Paris sont aptes à accueillir les P+E mais leurs résultats sont minorés par la pression exercée par Paris. Au Nord, le tissu est également apte à se densifier, mais la position stratégique par rapport à Paris augmente considérablement les prévisions de P+E sur un territoire très restreint et contraint.

Globalement, la nécessité et la possibilité de densifier ces territoires stratégiques sont acquises. Il faudra toutefois travailler sur la qualité des projets pour répondre à des contraintes fortes liées notamment aux nuisances des infrastructures présentes sur ces sites. La programmation des opérations dans le temps sera également déterminante.

III.9.3 Impacts de l'infrastructure sur l'aménagement du territoire

L'évaluation environnementale intervenant en amont de la définition du tracé de l'infrastructure et au vu, donc, de la largeur actuelle du fuseau d'étude, il est possible de lister brièvement les impacts potentiels du projet sur l'aménagement du territoire (ainsi que d'apporter, le cas échéant, quelques mesures d'accompagnement), mais il n'est pas envisageable d'en faire l'analyse, qui nécessiterait d'être localisée.

Définition des types d'impacts potentiels du projet

★ *Impact sur la répartition Population et Emplois*

Conformément aux objectifs fixés notamment par le SDRIF, il est nécessaire de favoriser la concentration urbaine en évitant la dispersion de P+E en dehors des zones bien desservies par les transports en commun. Il s'agit de limiter l'étalement urbain dont les conséquences sur l'environnement, sur le transport notamment individuel, ou sur le milieu socio-économique sont largement perceptibles (cf. objectif n°2 du III.1.8).

Cette nouvelle infrastructure, en améliorant l'accessibilité des territoires concernés, va donc être en mesure d'influencer la répartition des nouveaux P+E, et de réduire localement les inégalités territoriales entre les zones bien desservies par les transport en commun (accès à l'emploi) et celles mal desservies (où il y a conjointement peu d'emplois et une faible accessibilité aux bassins d'emplois). Pour cela, une densification multifonctionnelle et polarisée autour de ces points de desserte devra être recherchée.

Mesures envisagées :

- Faire évoluer la réglementation permettant une densification : modification des PLU, notamment les règlements permettant une mobilisation du foncier, et les règlements concernant les Coefficients d'occupation du sol et les plafonds de constructibilité, afin de favoriser une densification (y compris spontanée). En effet, l'ensemble du tissu urbain (hors zone déjà très dense) dispose d'un fort potentiel de densification qui doit être valorisé. Néanmoins, il est également nécessaire de garantir le maintien d'un cadre de vie agréable dans les zones urbaines qui vont se densifier, afin d'éviter un exode vers les périphéries. Cela devra passer entre autres par un renforcement de l'offre en équipements et services (culturel, sportif, offre de soins, ...) notamment dans les secteurs carencés. Ce renforcement doit être soutenu par une bonne accessibilité, leur implantation dans les quartiers de gare, par exemple, est à favoriser. Le maintien d'un cadre de vie agréable passe également par une politique de structure verte : un équilibre territorial en espaces verts de proximité est à rechercher afin de garantir une possibilité de ressourcement aux habitants. Ces espaces verts (à préserver ou à créer) nécessiteront des surfaces suffisantes (30- 40 ha) pour pouvoir assurer leur rôle de tampons vis-à-vis du bruit, de filtrage et de fixation des polluants

atmosphériques ainsi que d'offrir une gamme de fonctions diversifiées (respiration, calme, loisirs, nature). Cette offre doit également être soutenue par une bonne accessibilité, à proximité des quartiers de gare par exemple.

- Afin de garantir l'identité spécifique des territoires, cette recherche de densification devra s'adapter aux caractéristiques et aux atouts des tissus concernés, en recherchant des modèles de mixité et d'habitabilité adaptés au contexte.
- Mener une politique urbaine commune aux municipalités touchées par le tracé, mais également avec celles plus éloignées afin de mettre un coup d'arrêt aux autorisations d'implanter des logements neufs et des activités économiques en dehors des pôles urbains et protéger ainsi d'une urbanisation peu efficace les espaces ouverts dans les zones soumises à une pression urbaine.

★ **Impact sur les projets d'urbanisation**

En lien direct avec son influence sur la répartition de la population et des emplois, l'arrivée de l'infrastructure va dynamiser le territoire et soutenir de nouveaux projets d'urbanisation.

Comme pour le point précédent, les impacts diffèrent peu en fonction des scénarios d'implantation de l'infrastructure envisagés (aérien, terrestre, souterrain). Il apparaît donc comme plus opportun de présenter ici ces impacts tous scénarios confondus, tout en précisant ponctuellement, quand nécessaire, les divergences qui pourraient exister.

- **projets d'aménagement directement liés à l'arrivée de l'infrastructure**

L'aménagement autour des pôles gare, nouvelles ou de connexion, va être source de dynamisme pour la commune, et les communes voisines. Il permettra une requalification de ces quartiers, ainsi qu'un développement des commerces et des services. Comme annoncé plus haut, la densification de ces quartiers, en corrélation avec leur bonne accessibilité, est à favoriser, et doit s'accompagner d'une grande mixité des fonctions urbaines (habitat, emploi, commerces, espaces verts, services, etc.) afin de créer une véritable centralité urbaine autour du noyau de transport collectif.

Mesures envisagées

- Une charte d'urbanisme commune aux différentes municipalités concernées par l'aménagement de ces quartiers de gare pourrait être envisagée. Elle fixerait notamment des objectifs qualitatifs en termes de développement durable, de mixité urbaine (logement, commerces, équipement, emplois...). Une telle charte répondrait en outre à la recherche de cohérence prévue par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris pour les contrats de développement territorial. Il sera néanmoins nécessaire de mesurer ces objectifs afin de permettre la valorisation de la spécificité de chaque contexte, basée sur une lecture fine du territoire et de

ces enjeux.

- **territoires de projet « connus »**

Pôles de développement : l'arrivée de l'infrastructure va agir comme un soutien aux pôles de développement. Favoriser le fonctionnement en réseau de tous ces pôles et permettre le renforcement de chacun est un des objectifs principaux de ce projet de métro automatique. En effet, si certains de ces secteurs d'importance métropolitaine sont confirmés et bénéficient d'ores et déjà d'une très bonne accessibilité, d'autres sont en cours de renforcement ou réellement en voie d'émergence. Ces derniers vont largement se repositionner au sein de l'aire métropolitaine et modifier leur zone d'influence grâce cette nouvelle infrastructure. Chaque pôle pourra adapter ces objectifs en corrélation avec cette nouvelle accessibilité ainsi qu'actualiser ses projets d'aménagement afin d'accueillir les futures gares éventuelles.

Projets d'aménagement annoncés ou à l'étude : certains projets d'aménagement annoncés ou à l'étude pourraient être impactés par l'arrivée de l'infrastructure. Il sera alors nécessaire de les réactualiser en prenant en compte l'infrastructure, que ce soit en termes d'impact physique (il est par exemple possible d'envisager le passage en insertion terrestre de l'infrastructure au sein d'une zone de projet, le projet devra alors intégrer cette nouvelle donnée), ou en terme de réévaluation des objectifs du projet (en terme de surface, de qualité, ...) pour intégrer la plus value liée à l'infrastructure.

Mesures envisagées :

- Pas de mesure envisagée

- **projets futurs liés à l'attractivité des territoires**

La meilleure accessibilité va modifier l'attractivité de certains territoires. Cette nouvelle attractivité pourra induire de nouveaux projets d'urbanisation. Le potentiel de mutation et de valorisation de ces sites ne doit pas être compromis par une construction au coup par coup, hâtive ou désordonnée.

Mesures envisagées :

- Il sera nécessaire de coordonner les différents projets qui pourraient émerger de la nouvelle attractivité des territoires liée à l'arrivée du métro automatique. Ceci afin de maîtriser l'étalement urbain, d'éviter le renforcement des inégalités territoriales, de favoriser la cohérence d'action au sein des communes touchées par le tracé du métro, mais également entre celles-ci et les communes voisines extérieures au tracé).

★ **Impact sur l'urbanisme réglementaire**

❖ **Scénario souterrain en phase travaux**

Les travaux nécessaires au projet seront à l'origine d'occupation temporaire au droit des bases travaux. Cependant le caractère temporaire de cette occupation n'entraînera pas de modification du règlement d'urbanisme en vigueur.

Mesures envisagées :

Du fait de la nature des impacts, aucune mesure particulière n'est à envisager.

❖ **Scénario souterrain en phase exploitation**

L'implantation des gares du nouveau réseau de métro automatique entraînera de nouvelles occupations des sols qui devront être prises en compte dans les documents d'urbanisme locaux.

Mesures envisagées :

Au niveau des communes, les PLU feront l'objet d'une mise en compatibilité par l'inscription d'un emplacement réservé au profit du maître d'ouvrage et la modification des règlements de ces zones.

❖ **Scénario terrestre et aérien en phase travaux**

Les travaux nécessaires au projet seront à l'origine d'occupation temporaire des abords du tracé. Cependant le caractère temporaire de cette occupation n'entraînera pas de modification du règlement d'urbanisme en vigueur.

Mesures envisagées :

Du fait de la nature des impacts, aucune mesure particulière n'est à envisager.

❖ **Scénario terrestre et aérien en phase exploitation**

Le Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF) adopté par le Conseil régional en septembre 2008 prévoit « d'étendre et diversifier le réseau de transports collectifs » et particulièrement de réaliser des rocade et tangentiels ferrées à grand gabarit.

Au niveau des communes, les PLU feront l'objet d'une mise en compatibilité par l'inscription d'un emplacement réservé au profit du maître d'ouvrage et la modification des règlements de ces zones.

Mesures envisagées:

Le projet du métro automatique n'étant pas prévu a priori par les documents de planification, comme les schémas directeurs ou les schémas de cohérence territoriale réglementairement conformes au SDRIF, ces derniers devront alors être rendus compatibles avec l'ensemble des objectifs fixés par la loi sur le réseau de transport primaire du Grand Paris.

Conformément à l'article L.123-16 du code de l'urbanisme, lorsque les dispositions du plan local d'urbanisme ou du plan d'occupation des sols approuvé d'une commune traversée ne permettent pas la réalisation d'une opération déclarée d'utilité publique, elles doivent être revues pour être mises en

compatibilité avec celle-ci.

★ **Impact sur le tissu urbain**
❖ **Scénario souterrain**

Les travaux nécessaires au projet seront à l'origine d'une mutation de la structure parcellaire au droit des bases travaux.

Mesures envisagées :

Il s'agit des mêmes mesures que pour le scénario terrestre.

❖ **Scénario terrestre et aérien en phase travaux**

Les travaux liés au métro automatique seront à l'origine d'une mutation de la structure parcellaire et du réseau viaire aux abords de la nouvelle infrastructure et impacteront le cadre de vie des riverains.

Mesures envisagées :

- Les travaux seront réalisés afin de minimiser les nuisances sur le cadre de vie des riverains, en appliquant une conduite de projet intégrant certaines précautions particulières concernant :
 - Un plan de circulation spécifique pour les engins de chantier
 - Une gestion différenciée des déchets liés aux travaux
 - Une accessibilité et une signalisation appropriée du chantier
 - La délimitation du chantier (clôture de chantier pour l'isoler de l'espace public)
 - Un respect des horaires légaux de travail
 - Une bonne tenue du chantier afin de minimiser toute pollution visuelle.

❖ **Scénario terrestre et aérien en phase exploitation**

En phase exploitation, l'implantation du métro automatique sera à l'origine d'une mutation de la structure parcellaire et du réseau viaire le long du tracé. Le tracé de la nouvelle ligne de métro automatique traversera potentiellement des terrains vacants ou abritant déjà des structures bâties. Des acquisitions foncières peuvent alors être nécessaires. Postérieurement à la clôture de l'enquête et après obtention de l'acte constatant l'utilité publique du projet, le préfet peut en effet prendre un arrêté déclarant cessibles, pour cause d'utilité publique, les terrains nécessaires à la réalisation du projet.

Mesures envisagées :

- Les propriétaires dont les biens fonciers sont partiellement ou

intégralement nécessaires à la réalisation du projet seront indemnisés dans les conditions prévus par le code de l'expropriation.

★ **Impact sur le fonctionnement urbain**

❖ **Scénario souterrain en phase travaux**

Dans le cas d'un scénario souterrain les impacts sur le fonctionnement urbain sont concentrés au lieu des bases Travaux.

Mesures envisagées :

Il s'agit des mêmes mesures que pour le scénario terrestre.

❖ **Scénario souterrain en phase exploitation**

Dans le cas d'un scénario souterrain les impacts sur le fonctionnement urbain sont concentrés au lieu des gares.

Mesures envisagées :

Il s'agit des mêmes mesures que pour le scénario terrestre.

❖ **Scénario terrestre et aérien en phase travaux**

Dans le scénario terrestre et aérien, les impacts liés à la phase travaux concernent les démolitions de bâtiments et emprises directes liées au projet d'infrastructure, ainsi que la gêne occasionnée pour les riverains. Ces effets restent cependant temporaires. Globalement, la phase travaux engendre pour ces scénarios de fortes nuisances sur le milieu urbain, qui se concentrent essentiellement sur la perturbation de la circulation et des déplacements, ainsi que sur les nuisances sonores.

Mesures envisagées :

- Il conviendra de maintenir l'ensemble des dessertes des commerces et des habitations impactés par les travaux lors de la phase de chantier.
- A l'échelle locale et pendant la durée des travaux, une restructuration du stationnement de manière concertée dans le cadre des études en cours sur les voiries et espaces publics sera entreprise.
- De la même manière, pour pallier la perturbation temporaire des dessertes locales et faciliter les correspondances, le renforcement des interconnexions avec les autres modes de transports en commun lourds (réseau métropolitain, les lignes RER et le réseau SNCF) est une hypothèse qui pourra être étudiée.
- Organisation de chantier

❖ **Scénario terrestre et aérien en phase exploitation**

L'arrivée du métro automatique assurera dans ses parties en rocades une amélioration des dessertes longitudinales des quartiers en rive des voies. Le nouveau maillage infrastructurel contribuera alors au désenclavement de nombreux lieux éloignés des grandes radiales parisiennes.

Cependant, l'implantation d'une infrastructure en surface dans le territoire engendre de fait un effet de coupure impactant les dessertes transversales.

Mesures envisagées :

- Ces nouvelles coupures dans le fonctionnement urbain doivent être résorbées par la multiplication des ouvrages de franchissement et autres passages supérieurs. Des principes de rétablissements routiers et piétonniers devront être établis pour assurer les liaisons entre les différentes rives de l'infrastructure en concertation avec les communes concernées.

- La construction d'une infrastructure linéaire de très grande échelle telle que le métro automatique du grand Paris peut être l'occasion d'entreprendre une réflexion plus large sur le mitage du territoire existant. Dans les quartiers limitrophes au tracé, de nouvelles opérations de franchissements visant à rétablir des continuités territoriales, urbaines et paysagères à la fois pourraient alors s'articuler avec la construction du métro automatique. On peut citer comme référence l'initiative norvégienne « Detour » qui disperse sur plus de 1850km de routes différents types de structure de service, d'accueil, de plateformes belvédères panoramiques révélant les qualités paysagères du territoire norvégien.

Les gains de consommation d’espaces verts et leur impact sur la qualité de vie

Il a été montré que le métro automatique pouvait contribuer à une économie de consommation d’espace de l’ordre de 13 000 ha (voir partie III.1.3). Selon une étude anglaise⁵⁹, ces surfaces économisées peuvent être classées en 4 catégories :

- milieu naturel et semi-naturel ;
- agricole intensif ;
- agricole extensif ;
- forêts.

Cette même étude a permis de quantifier, au moyen d’enquêtes de préférence déclarée, la valeur de ces territoires pour les habitants. Le tableau ci-dessous présente les résultats de ces enquêtes et montre que, par hectare, les habitants sont prêts à payer de 133 € pour l’agriculture intensive à 3 361€ pour la forêt.

En considérant que le métro automatique permettra un gain d’espace consommé uniforme sur les quatre milieux considérés, il est possible d’estimer ce gain à 21 742 500€⁶⁰ par an, soit plus de 21 millions d’euros.

Type de frange urbaine	Consentement à payer annuel par hectare (€) ⁶¹	Etude de référence
milieu naturel et semi-naturel	2 150	Hanley & Spash (1993)
agricole intensif	133	Bowker and Diychuck (1994)
agricole extensif	1 046	Willis et al (1995)
forêts	3 361	Bishop (1992)

Tableau III.9.1-1 : Estimation de la valeur de différentes franges urbaines (Source : Study into the environmental impacts of increasing the supply of housing in the UK, Department for environment food and rural affairs, Appendix K, April 2004).

Ces estimations sont le prix à payer collectivement pour les citoyens chaque année pour préserver l’usage existant de ces espaces périphériques.

Pour exploiter ces estimations dans le cadre du projet du Grand Paris, il faut encore disposer de la répartition des espaces préservés par ce projet entre les types d’usage du sol. Si on suppose que l’extension de l’urbanisation à la

⁵⁹ Study into the environmental impacts of increasing the supply of housing in the UK, Department for environment food and rural affairs, Appendix K, April 2004

⁶⁰ 3 250ha de gain d’espace consommé pour les 4 milieux

⁶¹ en £ 2003, converti en € pour la présente étude

périphérie de Paris consommera les espaces naturels agricoles et forestiers dans les mêmes proportions que celles observées à Londres⁶², on obtient une valeur annuelle moyenne de l'hectare préservé qui se monte à 916€/ha/an.

A l'horizon 2035, l'économie de 13 000 ha réalisée par la politique de densification du Grand Paris donne une valeur de 11 900 000€ par an.

A noter que l'exercice d'estimation de la surface d'espace consommé économisé a été réalisé uniquement à partir des projections de population fournies par le maître d'ouvrage. Il pourrait être réalisé de la même manière sur l'augmentation des activités projetée et les résultats seraient plus conséquents.

☞ A noter que l'exercice d'estimation de la surface d'espace consommé économisée a été réalisé uniquement à partir des projections de population fournies par le maître d'ouvrage. Il pourrait être réalisé de la même manière sur l'augmentation des activités projetée et les résultats seraient plus conséquents.

⁶² Source : Valuing the external benefits of undeveloped land, Office of the Deputy Prime Minister, 2002

III.9.4 Opportunités pour un tracé en aérien et propositions de tracé

Le passage en aérien représente à certains égards un avantage.

S'il ne peut pas être intégralement en aérien, son émergence représente des occasions de :

- Différencier la nature et la perception du réseau
- Variation identité
- Relier l'usager à son territoire
- Utiliser le déjà-là. Mutualisation d'infrastructures existantes d'une approche « soutenable », qui s'appuie sur la mise à profit et l'utilisation de tout ce qui est déjà là.

Méthodologie

Si l'on considère le tracé du métro automatique entièrement souterrain, l'impact de ce transport se fera sentir principalement autour des gares, et nous pouvons nous référer au III.9.3 précédemment défini.

Dans l'hypothèse d'une partie en aérien, quels seront les impacts du tracé à proprement parler sur l'aménagement du territoire ?

Pour y répondre, nous procéderons en deux temps :

- Relever les zones favorables en tracé aérien à l'échelle du fuseau ;
- Identifier les familles d'opportunité de passage en aérien et leur possible tracé.

Zones Favorables au tracé aérien à l'échelle du fuseau

« Opportunités »

Comment établir la capacité du territoire à permettre un passage aérien de l'infrastructure ? Pour cela, nous procéderons à une lecture du territoire attachée à la reconnaissance de types d'occupation du sol, identifiés par leur importance, leur orientation par rapport au fuseau, leur longueur et continuité (3 km), apte à supporter un tracé en aérien. Nous cherchons donc plutôt quelques grands secteurs de passage en aérien, plutôt qu'une multitude de petits passages ponctuels.

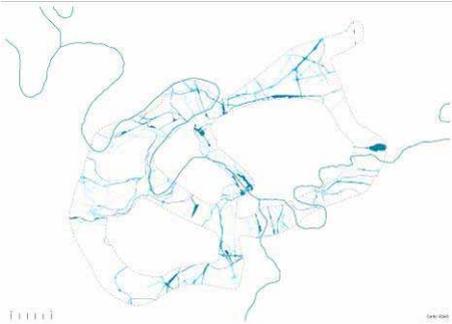
Ces « opportunités » seront principalement de deux types :

- Opportunité de mutualiser la nouvelle infrastructure avec une existante ;
- Opportunité de reconfigurer de grandes emprises dites mutables ou ouvertes.

★ **Cartographie des zones d'opportunité liée à l'infrastructure**

❖ **Occupation du sol**

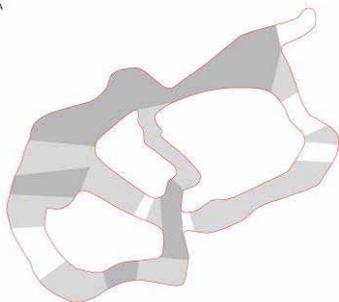
Réseau ferré, autoroutes, routes de plus de 25m



❖ **Valeurs d'opportunités**

- + Présence : présence d'infrastructures sur le fuseau
- ++ Direction : les infrastructures présentes sont dans la direction du fuseau
- +++ Emprise : les emprises mutables au bord de l'infrastructure

AERIEN_INFRA



❖ **Zones d'opportunités**

// en regardant la catégorie INFRA, nous pouvons constater que deux grands secteurs offrent des opportunités de mutualisation. Il s'agit de :

- au Nord, de Roissy à Nanterre : en mutualisation avec l'A1 et l'A86 principalement
- au Sud, d'Orly à Villejuif : en mutualisation avec l'A106 et l'A6

❖ *Types d'opportunités*

Opportunité de mutualiser les infrastructures. Réduction de l'impact (bruit, ruptures physiques, ...). Mutualisation possible : fer/fer ; route/fer ; fleuve/fer. Développer un peu autour des contraintes à prendre néanmoins en compte : bretelle d'accès, échangeurs si mutualisation en bord d'autoroute. Ce problème disparaît si on est superposé.



Photo III.9.4-1 : A 86 et RER B à La Courneuve

❖ *Cartographie des zones d'opportunité liée aux espaces « Ouverts »*

Occupation du sol :

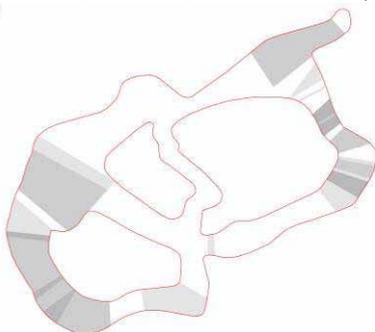
bois, forêt, parc, berges / agriculture / ECO MOS



❖ *Valeur d'opportunités*

- + Présence : présence de VERT sur le fuseau
- ++ Grande continuité : supérieure à 1.5 km
- +++ Absence de protection réglementaire (patrimoine, ZNIEFF, Natura 2000...)

AÉRIEN_VERT



❖ **Zones d'opportunités**

// en regardant la catégorie VERT, trois secteurs pouvant absorber l'arrivée de l'infrastructure en aérien se distinguent. Il s'agit de :

- au Nord, les terres agricoles du Triangle de Gonesse ;
- au Sud Ouest, les grands Bois et Parcs puis les terres agricoles du Plateau de Saclay, mais ce secteur est largement contraint par des réglementations liées à la protection du patrimoine naturel ;
- A l'est, une succession d'opportunités, plus fragmentées, mais qui peuvent éventuellement se combiner avec les opportunités offertes par les autres catégories.

❖ **Type d'opportunité**

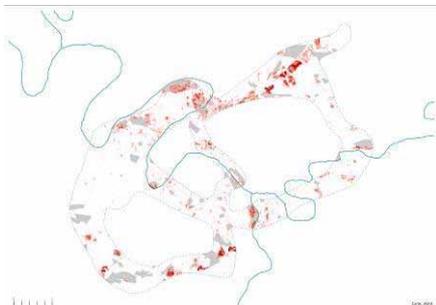
Absorber les nuisances par des zones peu habitées ou ponctuellement investies.
+ confort voyageurs / + ouvre (éventuellement) certains territoires à l'urbanisation (ex : Triangle de Gonesse)



★ **Cartographie des zones d'opportunité liée aux espaces « mutables »**

❖ **Occupation des sols**

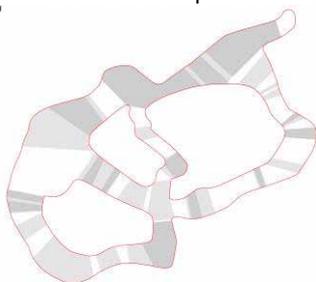
Activités (emprises supérieures à 1ha) + mutable (IAU 2006)



❖ **Echelle de valeur d'opportunités**

- + Présence : présence d'activités sur le fuseau
- ++ Grandes emprises : tissu continu d'activité
- +++ Présence d'emprises mutables : territoire de projet

AERIEN, TISSU



❖ **Zones d'opportunités**

// en regardant la catégorie TISSU, deux grands secteurs émergent. Il s'agit de :

- au Nord, de Roissy à Pleyel
- au Sud, de Massy à Villejuif

❖ **Type d'opportunités**

Certains tissus urbains (industriels, activités) offrent une certaine malléabilité, car ils sont « ouverts » c'est à dire peu dense au niveau de l'emprise.

Les autres tissus (habitat pavillonnaire, habitat collectif, ...) sont trop denses, trop constitués, et ne peuvent supporter l'arrivée de l'infrastructure.

Associées aux emprises mutables, les emprises d'activités sont des zones en régénération capables d'intégrer dans leur mutation l'arrivée d'une infrastructure en surface.



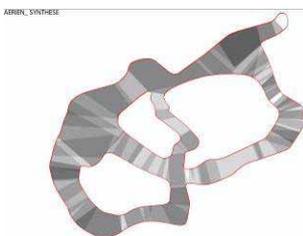
★ **Cartographie synthétique des zones d'opportunité**

❖ **Occupation des sols**

Réseau ferré, autoroutes, routes de plus de 25 m
bois, forêt, parc, berges / agriculture / ECO MOS
activités (emprises supérieures à 1ha) + mutable (IAURIF 2006)

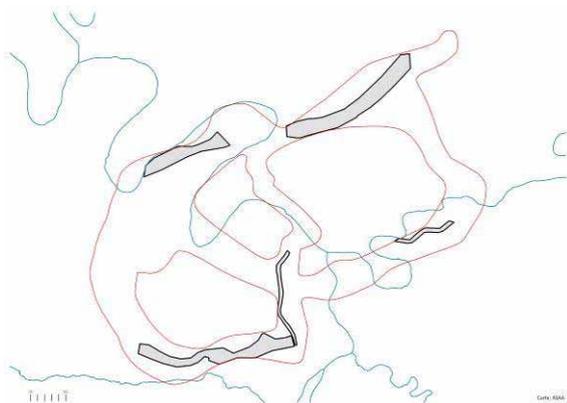


❖ **Echelle de valeur d'opportunités synthétique**



❖ **Types d'opportunités**

// la carte de synthèse du scénario AERIEN montre que les opportunités d'un passage en aérien offerte par le territoire sont grandes.



☞ Cette carte localise les secteurs identifiés par l'atelier Seraji où un passage en aérien/terrestre est envisageable. Ces secteurs sont uniquement fonction des opportunités en termes d'aménagement du territoire mais ne prennent pas compte les contraintes techniques, paysagères ou écologiques. Ces précisions sont développées dans la partie IV.3 « Propositions de localisation de gares ».

Proposition de tracé

Après lecture des cartes de synthèse des opportunités, nous pouvons porter un regard plus fin sur les différents secteurs apparaissant comme favorables à recevoir un passage en surface (aérien/terrestre) de l'infrastructure.

Ces secteurs peuvent être regroupés en familles, en fonction du type d'opportunité offert.

Familles :

Grandes Infra Linéaires : Roissy-Pleyel, Orly-Villejuif (voir détail ci-après)

Grandes Emprises Ouvertes : Triangle de Gonesse, Plateau de Saclay

Mixte - Activités/Ouvert/Infra : Orly-Massy (voir détail ci-après), Villiers sur Marne- Gourmay.

NB: il s'agit là principalement de terres agricoles faisant l'objet, dans le cas du Plateau de Saclay, d'une mesure de protection prévue par la loi n°2010-597 du 3 juin relative au Grand Paris. Ce cas ne sera donc pas détaillé.

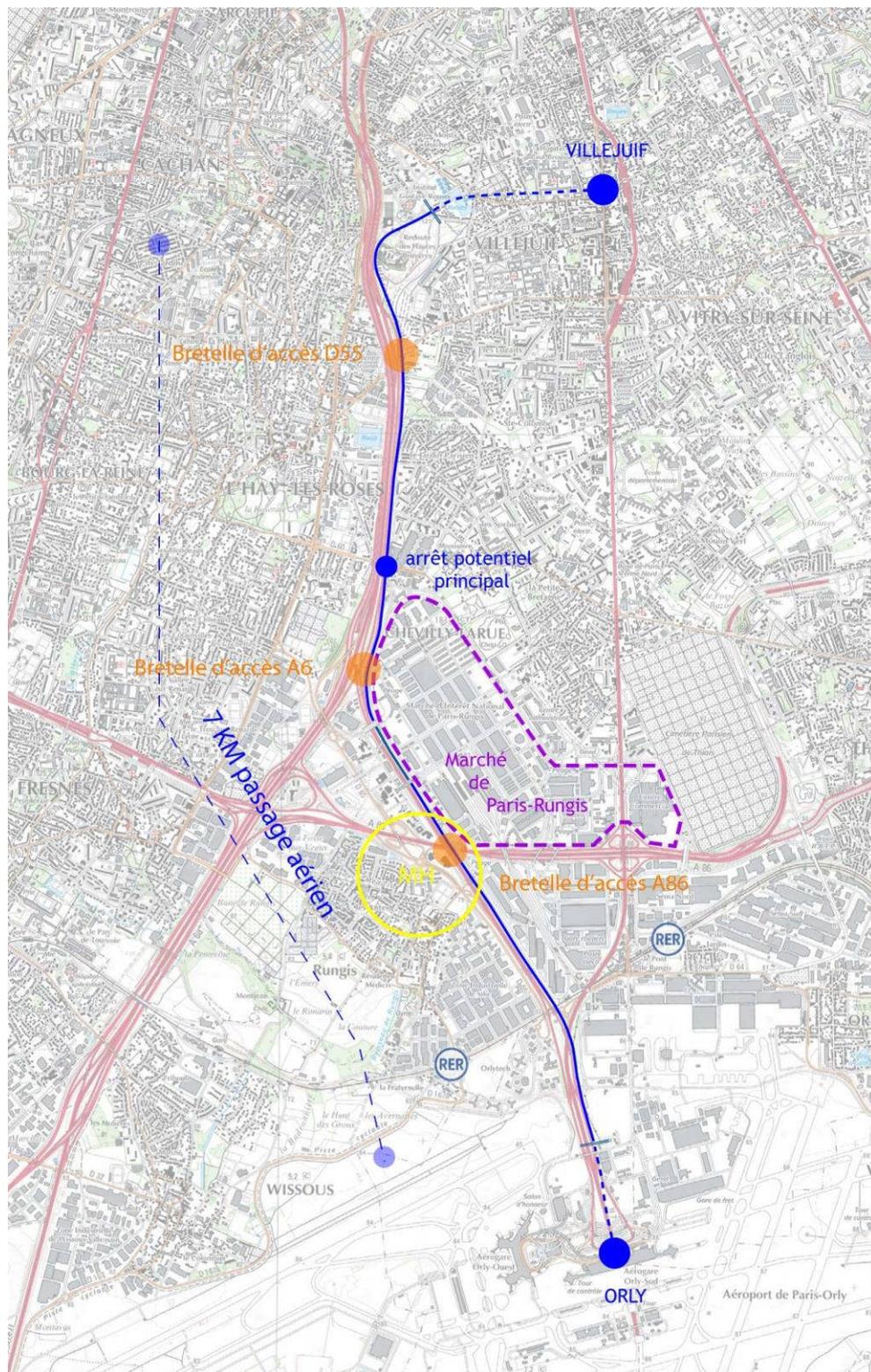
★ **Grandes Infra Linéaires : Orly-Villejuif**

Cette hypothèse de tracé propose une sortie en surface après l'arrêt Orly (au niveau de l'avenue de l'Union) avec une insertion en surélevée le long de l'A106 (par l'est) jusqu'au franchissement de la N7. Une fois la N7 franchie, l'insertion de l'infrastructure se ferait au niveau du sol le long de l'A106 : l'emprise adjacente à l'A106 est suffisante pour accueillir l'infrastructure : environ 35m sur tout le linéaire jusqu'à la connexion avec l'A6 (voir illustration 1).

Des travaux ponctuels de voirie seront nécessaires pour assurer le franchissement de deux bretelles de sortie (au niveau de la Porte de Rungis puis du Pondorly). Par ailleurs, il faudra prévoir le franchissement en viaduc de l'A86.

Une fois rejointe l'A6b, le métro resterait en insertion terrestre le long et au niveau de l'autoroute. Cependant, à partir du franchissement de la D60 (rue du Général Leclerc), un mur anti-bruit longe l'A6 sur une distance d'environ 850 mètres. Il faudra prévoir de décaler ce mur anti-bruit : l'emprise adjacente de l'autre côté du mur est suffisante pour envisager le déplacement du mur et l'insertion du métro le long de l'autoroute (voir illustrations 2 et 3). Une fois la disparition du mur anti-bruit (peu après le franchissement de la rue Jules Ferry), l'infrastructure reste en insertion terrestre le long de jardins familiaux puis du Parc des Hautes Bruyères. Une fois le parc dépassé, l'infrastructure rejoindrait l'Institut Gustave Roussy.

La longueur maximale du tracé en aérien considéré serait d'environ 7 km.





1. emprise libre adjacente à l'A106



2. Mur Anti-bruit coté A6 à déplacer



3. emprise libre à coté du mur anti-bruit le long de l'A6

★ **Mixte - Activité/Ouvert/Infra : Massy-Orly**

Au départ de la gare de Massy, le tracé du métro automatique pourrait utiliser dans un premier temps l'opportunité de mutualisation avec celui des voies du RER C (voir illustration 1). L'emprise à côté des voies du RER C serait suffisante pour accueillir les voies du métro (largeur nécessaire de 7.70 à 8.20m), excepté lorsque les voies sont en viaduc pour franchir le faisceau ferroviaire, puis la rue de la Division Leclerc et l'avenue de Paris (Massy). Une fois passé sous la D188, le tracé du métro se distinguerait alors de celui du RER C : le trajet mutualisé représenterait 2 100m.

Le tracé du métro reste en insertion au sol, et traverse la zone d'activité de la Bonde, aujourd'hui principalement occupée par des terres agricoles, mais où des projets de développement sont annoncés (illustration 2). Le franchissement de certaines voies (route de la Bonde, avenue du Maréchal Juin, D120) nécessiterait quelques travaux de voiries. Après le franchissement de la D120, le tracé pourrait se prolonger à travers les terres agricoles au Sud du Parc Georges Brassens, passer sous l'A10 (qui est surélevée en talus à cet endroit là), traverser le quartier d'activités du Pérou, franchir la N20 (travaux de voirie à prévoir) puis rejoindre le chemin de la Croix Brisée (illustration 3). Après un passage sous l'A6, le tracé rejoindrait la plateforme aéroportuaire d'Orly, pour un passage terrestre en lisière Sud de Wissous le long de la route de service O d'Orly (illustration 4). Après avoir longé la zone de développement prévue au Sud de Wissous, le tracé deviendrait souterrain, afin de passer sous les pistes de l'aéroport, et rejoindre les aéro-gares.

La longueur maximale du tracé en aérien de la gare de Massy jusqu'au passage en souterrain avant l'arrivée à Orly serait d'environ 8 km.



1. Les voies du RERC à la sortie de la gare de Massy



2. ZA de la Bonde



3. chemin de la Croix Brisée



4. le long d'Orly - Avenue de l'Europe

III.10 Interactions eau/sol/sous-sol et activités humaines

III.10.1 Aspects réglementaires

L'ensemble des éléments traités dans cette partie relève d'un ensemble important de réglementations.

Les sites SEVESO relèvent de la réglementation du même nom explicitée dans le rapport de phase 1 dans le chapitre équivalent.

Les tunnels, qu'ils soient routiers ou ferroviaires, répondent à une réglementation commune au niveau de l'exploitation et de la construction.

La réglementation a fortement évolué récemment suite à divers accidents importants, en particulier l'incendie de mars 1999 dans le Tunnel du Mont-Blanc. Les obligations portent sur l'aération et le désenfumage du tunnel, la résistance au feu des matériaux de construction, les modalités d'évacuation, les accès des secours. Ces éléments sont pris en compte dans la conception du projet.

La stabilité des ouvrages voisins du tunnel en construction doit être assurée, à la fois par la réalisation d'études géotechniques, et par la prise de dispositions lors du chantier.

Les conduites de transport de liquides relèvent d'une réglementation spécifique qui dépend du produit transporté. Elles font l'objet de servitudes dans les documents d'urbanisme car les travaux de tous types sont réglementés dans une bande superficielle plus ou moins large et dans un volume plus ou moins important. L'objectif de cette zone (ou volume) de protection est de limiter les risques de percage et de déstabilisation de la conduite.

Pour les gros collecteurs d'eaux usées ou d'eaux pluviales, la réglementation est du même type que pour les conduites de transport, quoique plus légère sur les aspects superficiels car les risques sont moindres (il n'y a pas de danger d'explosion).

La réglementation des Plans de Prévention des Risques (PPR) relève du code de l'urbanisme. Chaque PPR fait l'objet d'une phase d'élaboration des zonages et du règlement, et d'une approbation par arrêté préfectoral qui conduit à son entrée en vigueur.

III.10.2 Définition des types d'impacts potentiels du projet

Pour l'ensemble de ce chapitre, le lecteur se reportera aux cartes suivantes :

- les cartes de l'atlas cartographique de phase 1 relatives aux thématiques concernées par ce chapitre,
- les cartes de l'atlas cartographique de phase 2 présentant la synthèse des impacts par tronçon et par scénario (cartes IV.1.1-1 à IV.1.1-9 pour le scénario souterrain et cartes IV.1.2-1 à IV.1.2-9 pour le scénario aérien).

Passage aérien (sol et surélevé)

❖ Phase travaux

La réalisation de l'infrastructure, en particuliers la réalisation des ancrages et des fondations, conduit à des mouvements de terre limités aux 10 à 15 premiers mètres en fonction des choix techniques effectués.

La réalisation d'excavations est susceptible de produire les effets suivants :

- créer des vibrations pouvant avoir une incidence sur le fonctionnement de certaines installations sensibles, en particulier les sites SEVESO liés au stockage de produits pétroliers. La rupture de conduites de pétrole du fait de la réalisation des travaux peut avoir des conséquences graves en termes d'atteintes aux personnes et aux biens.
- créer des vibrations pouvant engendrer l'instabilité de certaines strates géologiques fragilisées par les activités humaines. Les anciennes carrières de calcaire sont très présentes dans certains secteurs couverts par le fuseau et des effondrements peuvent avoir lieu suite aux travaux. Il en est de même pour les anciennes carrières de gypse. Des dommages aux ouvrages souterrains en place en résultent fréquemment : rupture de conduite, de collecteur.
- créer des voies d'infiltration d'eau, depuis la surface ou certaines strates superficielles, pouvant engendrer des désordres souterrains conduisant à des effondrements. Les zones d'anciennes carrières de calcaire et de gypse sont particulièrement concernées. Les zones de présence de gypse en proportion importante dans les roches en place également. La dissolution du gypse crée des vides engendrant des tassements différentiels causant des dommages aux ouvrages souterrains en place (bâtiments, tunnels, collecteurs, conduites).
- mettre au jour des terres polluées à faible profondeur. Il s'agit alors de gérer correctement ces terres pour éviter des impacts induits créant de la pollution de terres là où il n'y en n'a pas.

Le projet n'interfère pas directement avec les réseaux profonds de conduites et de tunnels, composés principalement d'éléments de transport régional. En revanche, il interfère directement avec les réseaux superficiels (conduites, câbles et tunnels) composés principalement d'éléments de desserte locale. En dehors des tunnels du métro et des tunnels routiers, en général peu profonds (moins de 20 m), ces réseaux sont en général facilement déplaçables. Leur déplacement fait d'ailleurs partie des travaux préparatoires au chantier.

❖ **Phase d'exploitation**

La phase d'exploitation n'a pas d'incidence sur les thématiques abordées.

Passage en souterrain

❖ **Phase travaux**

Les effets exposés ci-dessus pour le passage aérien existent aussi pour le passage souterrain. Cependant, leur niveau est en général différent, la profondeur accentuant ou atténuant certains impacts.

Au niveau des sites SEVESO, le creusement d'un tunnel peut engendrer des vibrations plus importantes que des travaux de surface, surtout si la roche est dure. Les risques sont donc plus importants.

Au niveau des risques naturels, en particulier géologiques, les impacts sont plus importants qu'au niveau terrestre, le creusement du tunnel pouvant atteindre directement des strates géologiques fragilisées par les anciennes carrières ou la dissolution du gypse. Il est susceptible d'en créer de nouveaux. En effet, le creusement du tunnel est susceptible de créer des voies de circulation d'eau depuis la surface et entre couches géologiques qui peuvent conduire à la dissolution du gypse et du calcaire, et donc à des désordres sur les ouvrages en place.

Au niveau des sols pollués, la problématique est moindre car, à la profondeur du tunnel, les terrains ne sont pas pollués, sauf cas exceptionnel (le secteur du Stade de France présente des terrains pollués jusqu'à 60 m de profondeur).

Le projet interfère directement avec les réseaux profonds de conduites et de tunnels, composés principalement d'éléments de transport régional. En revanche, il n'interfère pas directement avec les réseaux superficiels (conduites, câbles et tunnels) composés principalement d'éléments de desserte locale. Les conduites, et les quelques tunnels concernés (A86 Ouest, la Défense), sont des ouvrages lourds qui ne sont pas déplaçables. Le projet devra donc s'adapter à leur présence. Les travaux dans les zones de proximité devront faire l'objet de sujétions particulières.

❖ **Phase exploitation**

La phase d'exploitation n'a pas d'incidence sur les thématiques abordées.

III.10.3 Analyse des impacts du projet

Passage aérien (sol et surélevé)

★ *Phase travaux*

❖ *Saclay - La Défense*

Ce tronçon est le moins concerné par cette problématique. L'incidence générale du projet est très faible et concerne principalement quelques conduites de transport d'énergie. Concernant les autres thématiques, l'incidence du projet est nulle.

❖ *La Défense - Pleyel*

Les impacts potentiels du projet sont les suivants :

- interactions avec les tunnels du métro (lignes 3 et 13) et avec le complexe de la Défense, ces tunnels pouvant interdire des travaux d'ancrage et de fondation,
- interactions avec le site SEVESO du Port de Gennevilliers, port pétrolier de Paris, les travaux pouvant engendrer des perturbations dans le fonctionnement des installations,
- la forte densité de sites potentiellement pollués engendre un risque d'exportation de terres polluées vers des zones qui ne le sont pas.

❖ *Pleyel - Le Bourget*

Les impacts potentiels du projet sont les suivants :

- interactions avec les tunnels du métro (lignes 13), ces tunnels pouvant interdire des travaux d'ancrage et de fondation,
- interactions avec le site SEVESO de l'aéroport du Bourget, les travaux pouvant engendrer des perturbations dans le fonctionnement des installations,
- la forte densité de sites potentiellement pollués engendre un risque d'exportation de terres polluées vers des zones qui ne le sont pas.

❖ *Le Bourget - Descartes/Noisy,*

Les impacts potentiels du projet sont les suivants :

- la densité moyenne de sites potentiellement pollués engendre un risque d'exportation de terres polluées vers des zones qui ne le sont pas. La densité n'est pas également répartie. Elle est plus forte à l'Ouest qu'à l'Est,
- la présence de gypse, et surtout d'un zonage de PPR naturels, est de nature à remettre en cause certains ancrages pouvant causer des dégâts aux ouvrages en place.

❖ *Le Bourget - Roissy CDG*

Ce tronçon est concerné par le risque lié aux anciennes carrières de calcaire que la réalisation du projet est susceptible de perturber.

❖ *Villejuif - Orly - Saclay*

Ce tronçon n'est concerné que par le site SEVESO du secteur d'Orly.

❖ **Pleyel - Villejuif**

Les impacts du projet sont potentiellement importants (carrières de calcaire, dissolution du gypse, sites pollués) mais les travaux sont déjà réalisés en grande partie (Ligne 14).

❖ **Villejuif - Boulogne Billancourt**

Ce tronçon est le plus concerné par la présence d'anciennes carrières de calcaire. Il présente aussi une forte densité de sites potentiellement pollués.

★ **Phase exploitation**

L'exploitation ne génère pas d'incidence.

Passage souterrain

★ **Phase travaux**

La réalisation de l'infrastructure en souterrain a les interactions les plus fortes avec la plupart des thématiques abordées. Ces interactions sont plutôt des contraintes à la réalisation du projet que des impacts proprement dits. En effet, la réalisation du projet devra s'adapter à leur existence.

❖ **Saclay - La Défense**

Ce tronçon est concerné par le tunnel A 86 Ouest dont certaines sections sont à une profondeur comparable à celle envisagée pour l'ouvrage. Suivant le tracé retenu, le tunnel devra passer au dessus ou en dessous.

❖ **La Défense - Pleyel**

Ce tronçon est concerné par le complexe de la Défense qui est constitué d'un tunnel autoroutier, de tunnels ferroviaires, d'un ensemble de bâtiments en partie enterrés (le parking du centre commercial comporte 4 niveaux de sous-sol, plus un niveau non utilisé) et leurs fondations. Ce complexe atteint 35 à 40 m de profondeur au niveau de la Grande Arche mais le quartier est situé sur une butte, de sorte que le niveau le plus profond est à peine inférieur au niveau du fond de la Seine.

Des collecteurs importants d'eaux usées sont également présents dans ce secteur. Ils sont cependant moins profonds que le complexe.

Le risque géologique existe localement autour de la Défense (ancienne carrières de calcaire).

❖ **Pleyel - Le Bourget, Pleyel - Villejuif, Le Bourget - Roissy CDG**

Ces secteurs sont marqués par quelques zones de risque géologique lié à la fois au gypse et aux anciennes carrières de calcaire.

❖ **Le Bourget - Descartes/Noisy**

Ce tronçon est marqué de façon significative par le risque géologique lié à la dissolution du gypse qui imprègne les strates géologiques. Toute la partie Nord, en particulier au Nord de la butte de l'Aulnay, est concernée.

❖ **Descartes/Noisy - Villejuif, Villejuif - Orly - Saclay**

Ces tronçons sont très localement concernés par cette thématique. Le second est concerné par le site classé SEVESO situé aux environs d'Orly.

❖ **Villejuif - Boulogne Billancourt**

Ce tronçon est fortement concerné par le risque géologique lié aux anciennes carrières de calcaire.

★ **Phase exploitation**

L'exploitation ne génère pas d'incidence.

III.10.4 Propositions de mesures d'évitement et de réduction

Scénario aérien (sol et surélevé)

★ **Mesures d'évitement**

Elles ne concernent que la problématique relative aux conduites et aux tunnels. Pour les gros ouvrages présents à faible profondeur (tunnels du métro), l'évitement est incontournable : ces ouvrages n'étant pas déplaçables. Pour les autres, la question ne se pose pas, ces ouvrages étant systématiquement déplacés avant les travaux, ce qui est une autre forme d'évitement.

★ **Mesures de réduction**

Il n'y a pas vraiment de mesure de réduction dans le sens où le projet n'a pas vraiment d'impact sur les thématiques abordées (risques naturels et technologiques, conduites / tunnels et sols pollués) et où ces éléments constituent plutôt des contraintes.

Ce type de mesure sera mis en œuvre en vue de prévoir et de réparer des dégâts résultant des travaux suite à une mauvaise prise en compte de certains éléments, en particulier des risques naturels.

La réalisation d'études géotechniques et vibratoires suffisamment détaillées doit permettre de limiter les dégâts résultant des travaux. Ces études doivent permettre de mettre en évidence une éventuelle pollution des sols.

Scénario souterrain

★ *Mesures d'évitement*

Les mesures d'évitement sont incontournables dans ce scénario. A partir d'une certaine profondeur, environ 20 m, les ouvrages rencontrés sont des ouvrages lourds non déplaçables. C'est donc le projet qui doit être adapté.

★ *Mesures de réduction*

Ces mesures sont similaires à celles du scénario aérien, au moins dans l'esprit et le contenu de base. Les études géotechniques seront d'une ampleur beaucoup plus importante en liaison avec le caractère souterrain du projet.

III.10.5 Impacts résiduels après la mise en place de mesures

Les impacts résiduels sont faibles à très faibles. Les thématiques concernées (risques naturels et technologiques, conduites / tunnels et sols pollués) sont plus des contraintes engendrant des surcoûts qu'à l'origine d'impacts du projet.

Les études de définition du projet chercheront à réduire les contraintes et les surcoûts. Elles auront pour objet de minimiser les impacts du projet.

Proposition de mesures compensatoires

Scénario aérien (sol et surélevé)

Aucune mesure de ce type n'est définissable à ce stade du projet.

Scénario souterrain

Aucune mesure de ce type n'est définissable à ce stade du projet.

IV. Synthèse globale

Dans une première partie, les impacts des thèmes généraux et indépendants du mode de passage, que sont la mobilité, l'air, l'énergie ou encore le climat, sont résumés. Dans une deuxième partie, les impacts par tronçon et par scénario sont détaillés.

IV.1 Thèmes généraux

IV.1.1 Mobilité, accessibilité

Un développement soutenu de la périphérie

Le projet d'aménagement urbain et de développement économique de la Région Capitale repose sur des objectifs forts d'accroissement du nombre d'habitants et d'emplois, dans une perspective de croissance économique soutenue.

Cette hypothèse de croissance résulte d'une volonté politique qui sera rendue possible par le développement des territoires de projet selon le principe des clusters. Ces clusters ne se développeront que s'ils sont aisément accessibles de tout point (d'Ile-de-France, de France et du monde), liant ainsi de manière forte l'infrastructure de transport et les territoires qu'elle permettra d'irriguer.

La densification de l'habitat et des activités qui en résultera permettra une économie d'espace urbanisé au profit du milieu naturel. Cette économie d'espace urbanisé, évaluée à 13 000 hectares, a un impact positif sur les coûts d'équipement des lotissements et sur la qualité de vie des habitants puisqu'elle donne accès à davantage d'espaces verts.

Une demande en transport public en forte progression

Sur base de cette hypothèse, la demande de transport public va augmenter fortement surtout sur les relations de périphérie à périphérie. Un transport efficace tel que le métro automatique permettra d'absorber cette demande et d'attirer de nouveaux voyageurs du mode routier (+18 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin). La fréquentation prévisionnelle du réseau de métro automatique sera de l'ordre de 260 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin.

L'impact du projet sur la circulation automobile n'est pas négligeable : on observe une diminution de 1,3 % de la fréquentation à l'échelle de l'Ile-de-France, tendance qui apparaît plus nettement sur les axes de transit de rocade et de pénétration mais qui est également diffuse sur l'ensemble de la zone de projet. Le nombre d'axes congestionnés est réduit de 57 kilomètres (-2,1 %).

Le potentiel de report modal vers les transports publics restera élevé même après la mise en œuvre du projet puisque des territoires comme Saclay, Versailles et Massy présentent (en situation de projet) une part modale de plus de 15 points inférieure à celle de La Défense ou Saint-Denis où la route et les transports en commun se partagent à peu près le même nombre de voyageurs. Une part modale équivalente à celle de Saint-Denis sur l'ensemble de la périphérie correspondrait à une augmentation de la demande en transport public

de + 25% et une baisse de la fréquentation automobile proportionnelle. Il est donc essentiel d'accompagner le déploiement du métro automatique par des mesures en faveur du report modal et d'intervenir pour maîtriser l'aménagement, notamment autour des gares.

Une offre de transport performante et adaptée aux besoins

En moyenne, le métro automatique fera gagner 8 minutes à chaque utilisateur (le trajet moyen actuel en Ile-de-France est de 24 minutes⁶³). Sur les longs déplacements de périphérie à périphérie, les gains seront même souvent supérieurs à 30 minutes, ce qui est considérable (hypothèse de vitesse commerciale d'au moins 60 km/h et 40 gares). Ces gains apparaissent très nettement pour des territoires comme Clichy-Montfermeil et Saclay dont le désenclavement progressif est nécessaire pour atteindre une totale intégration au sein de la métropole afin d'avoir pleinement accès aux pôles d'emplois et donc de se développer au même rythme que le reste de l'agglomération.

L'enjeu de la densification autour des gares

Le succès du métro automatique dépendra surtout de la capacité à encourager la densification de la population et des activités autour des gares selon les principes du développement durable (développement économique préservant le futur, associé à une grande qualité de vie et notamment un usage élevé des transports publics).

Le métro automatique rendant plus aisé l'accès à la zone agglomérée, si le processus de densification était insuffisant, il pourrait s'accompagner d'effets induits (éloignement résidentiel par rapport aux pôles existants) ; il sera donc primordial de mettre en œuvre des mesures complémentaires l'encourageant (mesures réglementaires, fiscales, d'aménagement) ; dans ce contexte, les contrats de développement territorial prévu par la loi du 3 juin relative au Grand Paris seront un outil déterminant. Les objectifs de ces mesures seront principalement de favoriser le report modal en faveur des transports collectifs, de combattre l'étalement urbain via notamment la limitation des territoires ouverts à l'urbanisme tout en protégeant les zones d'habitats denses des nuisances du trafic routier. Elles auront également comme vocation de réduire les inégalités sociales et territoriales et d'assurer la mobilité de tous les Franciliens. Enfin, l'enjeu du financement du projet sera une des thématiques primordiales de ces mesures.

⁶³ « Les déplacements des franciliens en 2001-2002 », Enquête Global de Transport.

L'observation des statistiques de fréquentation du réseau montre que le métro automatique fonctionne en réseau et impacte une réduction relativement faible de l'usage des autres modes de transport en termes d'embarquement. Le métro automatique est donc **principalement utilisé en correspondance avec d'autres modes** que cela soit le métro, le RER ou le bus.

Un projet structurant pour la mobilité future

Le métro automatique du Grand Paris est indéniablement un projet d'avenir structurant qui aura en 2035 des impacts sur la localisation des ménages et des activités et plus généralement sur le développement économique des zones desservies. La modélisation, basée montre que les gains d'accessibilité à court terme n'aurait qu'un effet restreint sur le report modal (+1.3 % d'augmentation de la demande en TC, + 18 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin).

Il est d'autre part probable qu'une telle infrastructure aura, par sa seule présence, un **pouvoir d'attraction** qui pourrait aboutir, sur le long terme, à un **transfert de population** au détriment des zones les plus densément peuplée (Paris intra-muros principalement) où la compétition pour le foncier est la plus rude.

L'effet majeur observé sur les ménages d'une meilleure accessibilité (voire d'une réduction des temps de parcours) est de favoriser la tendance actuelle à consommer de plus en plus d'espace et, toutes choses étant égales par ailleurs, d'accentuer la dispersion et la dédensification de l'urbanisation. En effet, dès qu'on offre la possibilité aux ménages -grands consommateurs d'espace- d'exprimer librement leur choix, ils préfèrent opter pour un habitat individuel plutôt que collectif, en raison principalement d'un accroissement de l'espace de vie et d'une meilleure qualité de vie (espaces verts...). Cette tendance se renforce encore davantage lorsque que le ménage dispose de revenus plus importants.

Par contre, les emplois ont tendance à se concentrer sur les nœuds de transport les mieux desservis des pôles urbanisés (Paris et les pôles de développement). L'enjeu ici est de conserver une certaine mixité avec l'habitat et le commerce.

Cependant, même si globalement l'urbanisation se dilue, le métro automatique aura un caractère attractif fort au point de générer une densification autour des gares et pôles d'échanges où on observe une croissance des transports collectifs ainsi qu'une diminution de la part modale de la voiture et donc des nuisances inhérentes à son utilisation.

De la **bonne maîtrise des mesures d'accompagnements** de ce projet ambitieux peut donc en résulter un bien-être accru pour les franciliens dans un respect total des principes du développement durable. L'enjeu sera donc d'accompagner la densification autour des gares tout en préservant les pôles de densité déjà existant. La mise en œuvre seule de l'infrastructure ne peut répondre à ce double enjeu, il est donc primordial d'accompagner ce projet de mesures adéquates.

IV.1.2 Air

Rappel méthodologique

L'objectif est de déterminer l'impact du projet de métro automatique sur la pollution de l'air. Le choix des indicateurs de pollution de l'air s'est porté sur les émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de particules fines (PM) car le trafic en est le principal émetteur.

A l'horizon d'étude (2035), le parc automobile francilien aura considérablement changé. Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- la répartition par classe technologique évolue suivant la législation. En 2035, elle suit les tendances observées en 2025 (données INRETS, données nationales d'immatriculation et lois de survie). Les hypothèses prises sont relativement conservatrices, les véhicules entièrement électriques par exemple ne sont pas pris en compte.
- la répartition en sous-catégories reste constante (carburant, cylindrée, poids) entre 2025 et 2035 ;
- les véhicules hybrides ne font pas partie d'une catégorie à part entière mais sont intégrés à la catégorie de norme correspondant à Euro 6.

Les émissions de polluant du transport routier sont calculées sur base de la méthode européenne COPERT IV.

Emissions de la situation sans projet

En 2035, globalement, **la pollution est en forte diminution grâce principalement à l'amélioration du parc** (malgré la prise en compte d'options conservatrices pour les véhicules hybrides et électriques).

En Ile-de-France, les émissions de NOx diminuent de 76 % entre 2005 et 2035 (Tableau IV.1.2-1) et les particules fines (majoritairement émises par les véhicules diesel) de 65 %.

Indicateurs d'émission de polluants retenus dans l'étude, relatifs aux déplacements routiers et calculés sur base annuelle

Transport routier IdF base annuelle	Emissions	
	NOx (milliers t)	PM10 (milliers t)
Etat initial ⁽¹⁾	64.8	5.32
Situation de référence (2035) ⁽²⁾	- 76% ↓ 15.34	- 65% ↓ 1.87
Situation de projet (2035) ⁽²⁾	- 0.9% ↓ 15.2	- 1.1% ↓ 1.85

⁽¹⁾ AIRPARIF, 2005.

⁽²⁾ Méthodologie COPERT IV, données de modèles DREIF 2035.

Tableau IV.1.2-1 : Indicateurs d'émission du transport routier en Ile-de-France (résultats de modèles).

Impacts directs du projet

Ce sont principalement des particules fines qui sont émises par le métro, suite au frottement mécanique des pièces en mouvement. Afin de réduire celles-ci, « un plan d'action de réduction des concentrations particulières » a été mis en place, en 2006, par le CHSPF⁶⁴ et se base

⁶⁴ Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.

essentiellement sur des améliorations du matériel roulant, des voies ainsi que des dispositifs de ventilation et de filtration renforcés.

Impacts induits du projet

L'introduction d'une infrastructure de transport public nouvelle dans le « système » de transport peut entraîner un **report modal** et impacter la circulation automobile. Il s'agit d'un impact induit. L'impact induit du métro automatique sur les émissions de polluants atmosphériques routiers est peu important (Tableau III.2.1-2). Les émissions de NOx sont réduites de 0,9 % et celles de particules fines de 1,1 %. Cette réduction résulte principalement de la diminution de fréquentation du réseau et des variations de vitesse. La diminution de la congestion entraîne la hausse des vitesses. Pour les petites vitesses, c'est bénéfique puisque la consommation va diminuer, pour les grandes c'est préjudiciable puisque la consommation va augmenter (l'optimum se situe à 80 km/h) La figure IV.1.2-2 montre l'évolution des émissions routières de NOx en 2035, suite au projet.

Les diminutions les plus fortes sont localisées principalement sur les axes de transit et les axes artériels, les diminutions plus faibles sont observées sur l'ensemble du fuseau.

Globalement, la diminution de pollution due au projet aura peu d'impact sur la santé humaine.

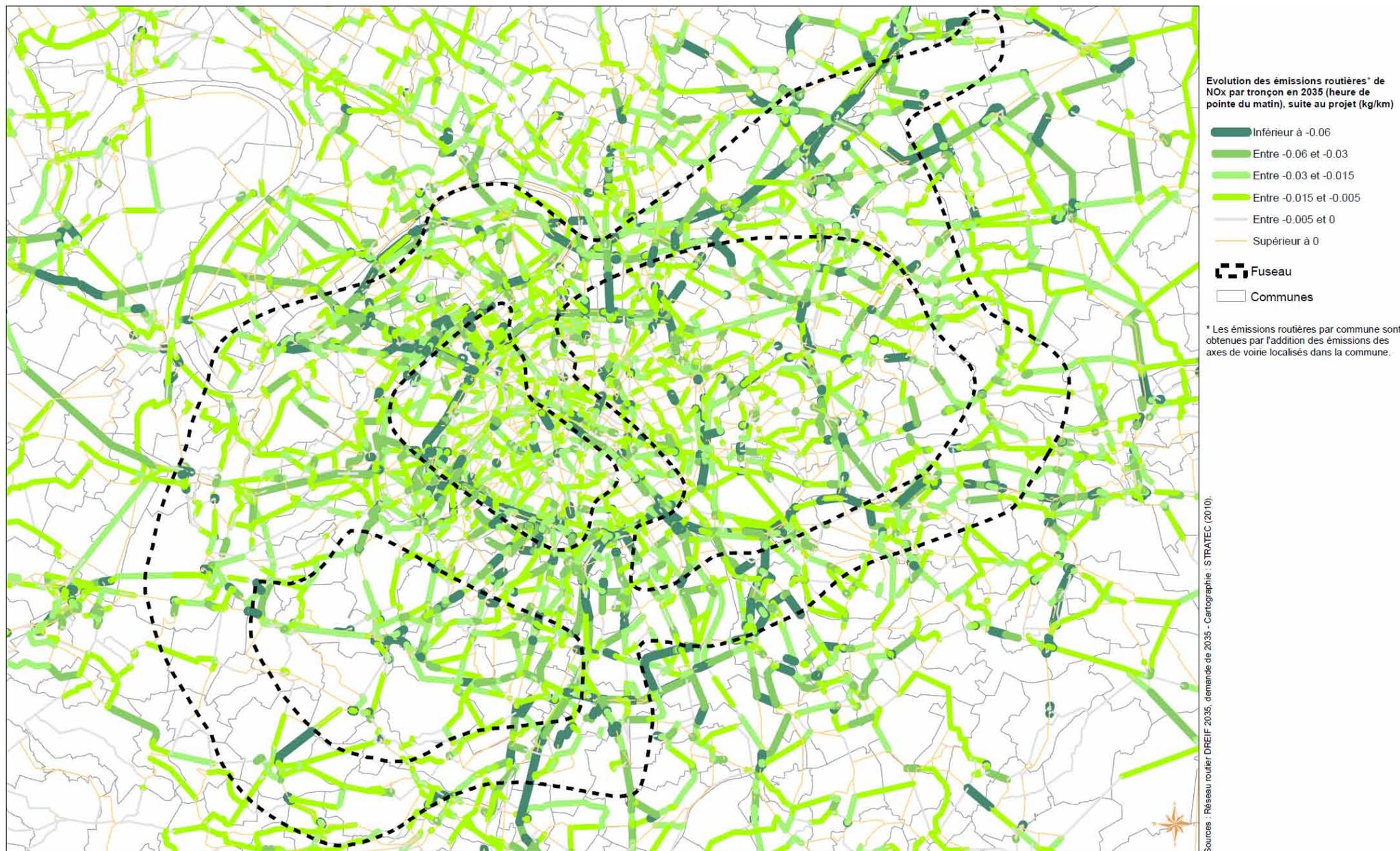


Figure IV.1.2-2 : Evolution des émissions routières du NOx en 2035, suite au projet (résultats de modèle).

IV.1.3 Energie

L'enjeu est d'évaluer l'impact du projet de métro automatique sur la consommation énergétique en estimant les variations de consommation de la circulation routière, facteur le plus réactif à l'arrivée d'une nouvelle infrastructure de transport public. Le modèle ayant pour objectif de déterminer la consommation de carburant par catégorie de véhicules sur l'ensemble du réseau prend en compte les flux et les vitesses des véhicules fournis par le modèle de transport (données DREIF).

Les simulations réalisées pour la situation sans projet à l'horizon 2035 mettent en relief une diminution de la consommation totale de faible ampleur. Cette faible diminution est imputable aux hypothèses prises (options conservatrices concernant l'usage futur des véhicules hybride et électriques).

L'arrivée d'un métro automatique entraîne une diminution de la circulation automobile qui se traduit par une **réduction de 2 % des consommations de carburants**. La restructuration du réseau de bus permettra également un gain énergétique via le rabattement des liaisons longue distance sur les gares. En contrepartie, le métro automatique consomme de l'énergie sous forme électrique, le bilan reste cependant positif. Le tableau suivant présente l'évolution de la consommation en fonction de l'horizon :

Transport routier IdF base annuelle	Type de véhicules	Consommation de carburants (%)	Consommation de carburants (milliers tep**)
Etat initial (*)	Véhicules Particuliers	63.8%	4390
	Véhicules Utilitaires	16.4%	
	Poids Lourds	13.7%	
	Bus	4.1%	
	Deux roues motorisés	2.1%	
Situation de référence (2035) (***)	Véhicules Particuliers	45.6%	↓ - 6.2%
	Véhicules Utilitaires	18.5%	4119
	Poids Lourds	32.4%	
	Bus	2.4%	
	Deux roues motorisés	1.1%	
Situation de projet (2035) (***)	Véhicules Particuliers	45.8%	
	Véhicules Utilitaires	18.6%	4036
	Poids Lourds	31.4%	
	Bus	2.3%	
	Deux roues motorisés	1.1%	

(*) AIRPARIF, 2005.

(**) tep : tonnes équivalent pétrole.

(***) Méthodologie COPERT IV, données de modèles DREIF 2035.

Tableau IV.1.3 : Evolution de la consommation de carburants en fonction de l'horizon

Dans la loi Grenelle1, l'Etat s'engage à mettre en place une politique permettant de réduire l'intensité énergétique de 2% par an dès 2015 puis de 2.5% par an à partir de 2030. Cet indice, rapport de la consommation d'énergie primaire avec le PIB a l'avantage de garder un lien fort avec l'objectif de développement économique du pays. Par ailleurs, la France a pris l'engagement de réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports afin de les ramener à leur niveau de 1990 (119 millions de tonnes équivalent CO₂). Le métro automatique du Grand Paris apportera une contribution modeste à cet objectif.

Des mesures connexes sont également prévues afin de réduire la relativement forte consommation électrique de ce système de transport. L'automatisation par exemple permet de sérieuses économies d'énergie (jusqu'à 20 à 30 % selon les constructeurs).

IV.1.4 Climat

Le gaz carbonique (CO₂) est l'indicateur caractérisant les émissions de gaz à effet de serre pour le secteur routier puisqu'elles constituent près de 100 % du total.

Ces émissions sont estimées à 12.9 milliards de tonnes de CO₂ en 2035. On observe une diminution de 3 % des émissions de CO₂ du trafic routier entre 2005 et 2035. Cette baisse s'explique principalement par une amélioration du parc technologique.

Les émissions de CO₂ diminuent de 2 % suite au projet à l'horizon 2035 en raison principalement de la baisse des véhicules-kilomètres (- 0.8 %) et des variations de vitesses. La réorganisation du réseau de bus évoquée précédemment induira sans doute une réduction supplémentaire des émissions de CO₂ de par les économies de carburant engendrées par le rabattement sur les gares.

Il faut toutefois nuancer ces arguments en notant que la production d'énergie reste toujours nécessaire au fonctionnement du métro automatique, ce qui peut également impliquer des émissions de CO₂ (mais approximativement 10 x moins que le gain routier) selon le type de ressource énergétique utilisée.

Transport routier IdF base annuelle	Emissions de CO ₂ (millions t)
Etat initial ⁽¹⁾	13.3
Situation de référence (2035) ⁽²⁾	12.91 ↓ - 3%
Situation de projet (2035) ⁽²⁾	12.65 ↓ - 2%

⁽¹⁾ AIRPARIF, 2005.

⁽²⁾ Méthodologie COPERT IV, données de modèles DREIF 2035.

Tableau IV.1.4 : Emissions de CO₂ relatives au transport routier en France sur base des résultats du modèle

D'autre part, les progrès technologiques sont un facteur à prendre en compte dans l'optique de satisfaire les objectifs du Parlement Européen qui souhaite atteindre à l'horizon 2015 un niveau moyen d'émissions de CO₂ de 120 g/km pour les nouveaux véhicules vendus. Ce niveau devra par ailleurs être atteint pour 65 % du parc en France.

La France a pris l'engagement de réduire de 20 % les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports afin de les ramener à leur niveau de 1990 (119 millions de tonnes équivalent CO₂). Selon le modèle, le métro du Grand Paris apportera une contribution modeste à cet objectif. Pour augmenter le report modal et les bénéfices de la densification, il faudra étudier la possibilité de mettre en œuvre les mesures d'accompagnement.

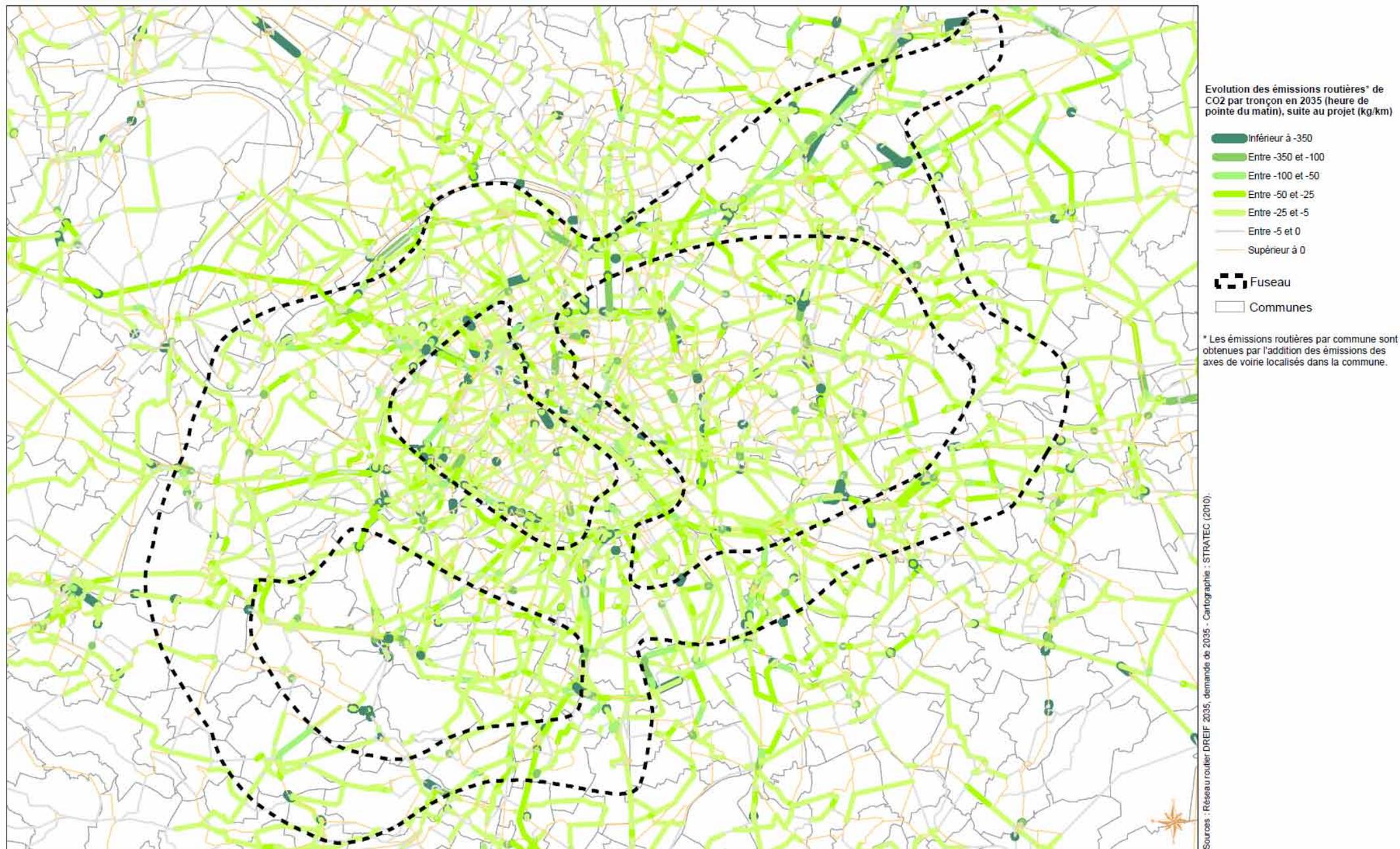


Figure IV.1.4 : Evolution des émissions routières de CO₂ par tronçon en 2035, suite au projet (résultats de modèle).

IV.1.5 Volet bruit

Plus de 50 % des français se disent gênés par le bruit à leur domicile, en région parisienne ce pourcentage s'élève à 59 %. Le bruit routier est la nuisance sonore la plus souvent nommée (>50 %) mais à niveau sonore équivalent sur 24 h (indice Lden), le bruit généré par le trafic aérien gêne plus que le bruit routier.

L'objectif de cette analyse est d'évaluer à l'horizon 2035 l'exposition de la population francilienne au bruit, avec et sans projet de métro automatique.

Impacts directs du projet

Le **bruit de roulement est la source de bruit principale du métro**. Celui-ci varie de manière importante selon les caractéristiques du métro. **Le métro en souterrain n'a aucun impact par rapport au bruit aérien qu'il émet.**

Le métro et le matériel ferré en général génèrent un bruit très directif. Pour un récepteur situé dans la zone de bruit la plus bruyante et pour une voie au niveau du sol, le niveau LAeq de 60 dB(A) (correspondant au critère de jour pour les logements à zone préexistante modérée) est atteint à 42 m de la voie pour un trafic horaire de l'ordre de 84 mètres/h et à 25 m de la voie pour un trafic horaire de l'ordre de 42 mètres/h (hors bonus ferroviaire). En viaduc (≈7 à 8m de haut), le métro aura donc un impact important pour les étages d'immeuble supérieurs à 8m de haut. En revanche, au sol, le bruit émis sera légèrement plus faible car alors on ne se situe plus dans la directivité la plus forte du métro.

L'étude des zones calmes en Ile-de-France montre qu'en cas de passage aérien, les impacts les plus forts sont à prévoir :

- à l'est de la région en raison d'une forte densité de population et l'absence de grands axes routiers transversaux qui pourraient servir à « masquer » le bruit du métro ;
- à l'ouest de la région en raison du fort potentiel de développement urbain et du nombre de zones de parcs et d'espaces verts qu'il est important de préserver ;
- Au sud et au nord du réseau, l'infrastructure métro pourra plus facilement être couplée à un axe routier important (A86, A6, A1) et/ou une infrastructure ferroviaire existante. Enfin, il est considéré que la traversée de Paris se fera en souterrain, soit un impact sonore réduit.

Remarque : le risque d'apparition des bruits solidiens⁶⁵ est général à l'ensemble du réseau, qu'il soit souterrain ou aérien car il dépend directement des vibrations générées par le métro. Aussi il est bon de se référer au chapitre III.3.2 (volet vibration) afin d'évaluer ces risques.

⁶⁵ Bruit généré dans les logements par les vibrations induites par le contact roue/rail. Ce bruit est à l'origine de la gêne sonore la plus forte.

Impacts indirects du projet à l'échelle régionale

Les cartes de classement réalisées pour le bruit routier à l'échelle régionale avec et sans projet montrent que l'impact induit du projet sur les grands axes est négligeable avec moins de 1 dB(A) de variation constatée (variation imperceptible par l'oreille humaine). Ceci est essentiellement lié aux faibles variations de vitesses et de trafic estimées (maximum de l'ordre de 2 %). Une diminution de quelques centaines de véhicules par heure sur des trafics de plusieurs milliers de véhicules n'engendre, en effet, que peu de variation de bruit.



Figure IV.1.5-1 : Evolution du niveau sonore diurne en bordure de voirie en 2035 suite à la mise en œuvre du projet (Sources : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)

L'analyse de la population impactée par le bruit routier a été effectuée sur base de cartes isophones pour la période de jour (6-22h) pour une situation avec et sans projet. Les résultats obtenus confirment la carte du classement, à savoir que ***l'impact du projet sur le bruit routier sera faible et que le nombre de population exposée par tranche de niveau sonore varie peu*** après mise en œuvre du projet.

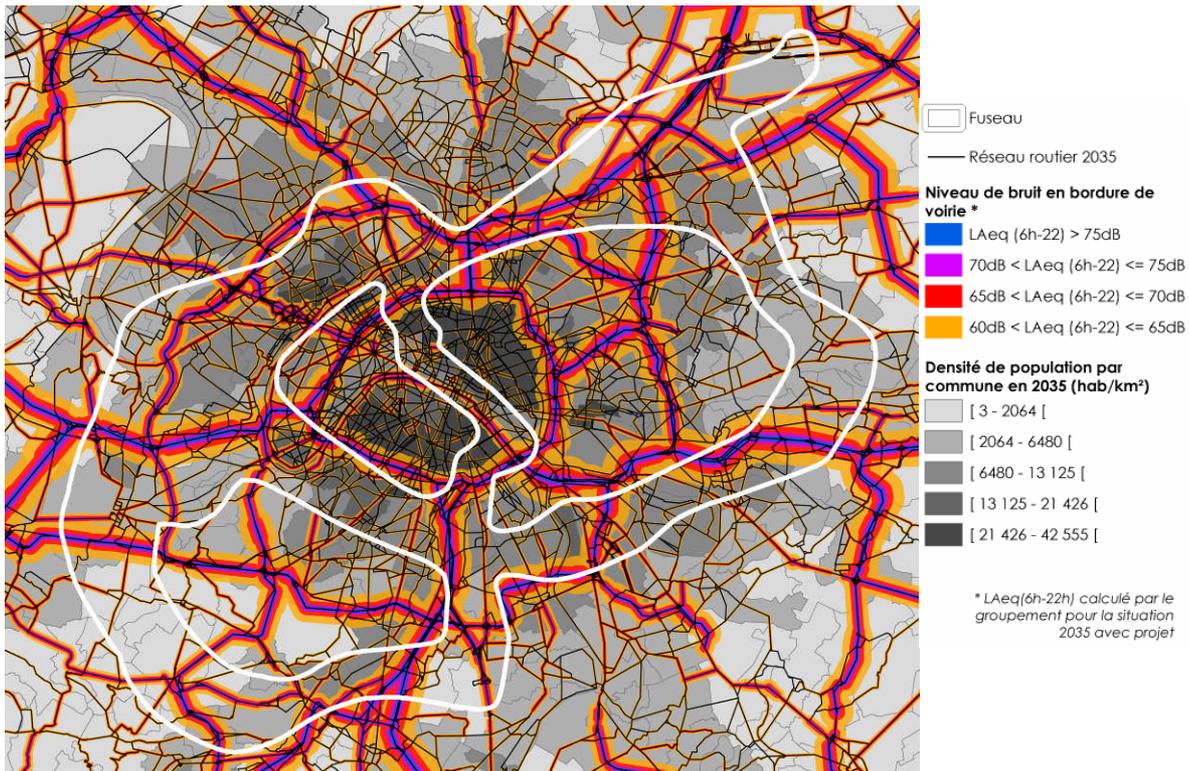


Figure IV.1.5-2 : Exposition de la population francilienne aux nuisances sonores du trafic routier en 2035 suite à la mise en œuvre du projet Sources : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035)

A noter cependant que cela est sans considérer d'autres mesures qui pourraient être prises pour réduire le bruit routier en accompagnement du projet du métro comme la mise en place d'écrans anti-bruits, la mise en souterrain de certains tronçons de route ou encore une réorganisation de l'aménagement urbain. Ces mesures permettraient une réduction du bruit pour les grands axes routier et apporterait une plus-value au projet en termes de réduction des nuisances sonores routières.

Impacts indirects du projet à l'échelle locale

A ce stade du projet, il n'a pas été possible de modéliser l'impact du projet sur le bruit routier à une échelle plus locale. Or, il est certain que l'accès aux gares ainsi que le développement des zones à proximité va induire un impact sonore potentiellement significatif sur les voiries de quartier du fait d'un trafic plus important (rabattement des usagers du métro, flux créés par l'implantation de nouvelles activités et résidences). Ces impacts seront très probablement négatifs pour les voies existantes qui permettront l'accès aux gares, aux commerces et aux parcs de stationnement, en particulier aux heures de pointes.

En revanche, si des voies nouvelles sont aménagées pour faciliter l'accès aux gares et désengorger des voies existantes, alors l'impact au niveau du quartier pourra être localement positif. En outre des plans de circulation bien pensés ainsi qu'une bonne organisation de l'espace urbain peuvent contrer efficacement l'afflux supplémentaire de véhicules à prévoir auprès des gares.

Autres impacts sonores induits par le projet

Outre leur impact sur le bruit routier de manière locale, les gares peuvent potentiellement engendrer en elle-même du bruit en raison des équipements techniques, de la forte fréquentation de piétons, des annonces effectuées sur les quais, des livraisons de poids lourds...

La densification ou le développement des quartiers résidentiels autour des gares va également induire des effets potentiellement néfastes pour l'environnement sonore tels que :

- augmentation du trafic routier (donc augmentation potentielle du bruit) ;
- augmentation des bruits de voisinage (tondeuses, bricolages, discussions, musique, bruits des enfants, aboiements,...).

Notions de zones calmes

Les zones calmes sont primordiales pour le bien-être de la population (IAURIF, 2006). C'est pourquoi il est important de préserver et de développer des zones calmes à proximité des zones résidentielles.

Les impacts sonores liés au projet pourraient donc être limités/compensés en organisant l'espace urbain de telle sorte à préserver et/ou créer un maximum de zone calme possible aux alentours des zones de développement urbain liées au projet.

Une attention particulière doit être apportée pour les parcs publics et les zones protégées pour des raisons biologiques.

IV.2 Synthèse par tronçon

IV.2.1 Scénario souterrain

Les cartes IV.1.1-1 à IV.1.1-9 présentent sous forme graphique la synthèse du diagnostic pour le volet EAU/SOL/SOUS-SOL.

Tableau IV.1.2 : Synthèse des impacts par tronçon pour le scénario souterrain									
Thématiques	Saclay - La Défense	La Défense - Pleyel	Pleyel - Le Bourget	Le Bourget - Roissy	Le Bourget - Descartes / Noisy	Descartes/ Noisy - Villejuif	Villejuif - Pleyel	Villejuif - Orly - Saclay	Villejuif - Boulogne Billancourt
Topographie	Incidence limitée aux ouvrages annexes								
Géologie	-- (Localement)	-	-	-	-	--- (Champigny)	---	-	---
Vibrations	--- (Localement)	-	-	-	-	-	---	--- (localement)	---
Hydrogéologie									
Aquifère	--	---	--	--	--	--- (Localement) (Champigny)	---	--	--- (craie, alluvions)
Forage d'eau	-	---	---	-	---	---	---	-	---
Eaux superficielles									
Franchissement	Incidence limitée aux ouvrages annexes								
Inondations	Incidence limitée aux ouvrages annexes								
Interactions avec activités humaines									
Conduites Tunnels	--- (localement)	--	--	--	--	--	--	--	--
Risques naturels	-	Pas d'incidence	-	Pas d'incidence	-- (Gypse)	Pas d'incidence	-- (Localement)	Pas d'incidence	---
Risques technologiques	Pas d'incidence	--- (Gennevilliers)	--- (Saint-Denis)	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	-- (Localement)	Pas d'incidence
Sols pollués	Pas d'incidence								
Biodiversité et paysage naturel									
Faune-Flore-Milieu naturel	-- (Localisé)	-	-- (Site Natura 2000)	-	-- (Localisé)	-- (Site Natura 2000)	-	-- (Localisé)	-
Paysage naturel	-	-	-	-	-- (Coteaux de l'Aulnoye, Vallée de la Marne)	-	-	-	-
Agriculture	-- (Localisé)	-	-	-	-	-	-	-- (Localisé)	-

Le scénario souterrain du projet a un impact réduit par rapport au scénario aérien/terrestre. Cependant, son impact principal réside dans **l'interaction du projet avec les captages d'eau** (eau potable ou autres usages). En effet, le projet engendre des **impacts non réductibles et non compensables résultant de l'excavation totale ou partielle de strates aquifères et liés à la diminution du volume du réservoir aquifère**. Il perturbera, sans que l'on puisse donner de précisions sur l'ampleur de ces perturbations à ce stade du projet, le fonctionnement des captages d'eau en diminuant ou en annulant les débits effectivement pompés. La compensation de la diminution des performances d'un forage ou de son arrêt est très difficile car la mise en œuvre d'installations alternatives (nouveaux forages ou augmentation de la capacité de forages existant) est aléatoire.

Ces interactions avec les masses d'eau souterraine auront également un impact sur les milieux naturels et par conséquent sur les espèces inféodées aux zones humides. Effectivement, des rabattements de nappe ou des modifications du réseau hydrique pourront être nécessaires aussi bien de manière temporaire que permanente. Ces incidences potentielles devront faire l'objet d'études approfondies lors de la précision du projet.

Quant aux vibrations, si elles sont mal maîtrisées, elles peuvent avoir des impacts irréversibles non compensables, comme l'effondrement d'un bâtiment par exemple.

Les impacts liés aux thématiques relatives à l'eau, au sol et au sous-sol engendrent surtout des **contraintes techniques à la réalisation du projet**. Certains tronçons sont nettement plus contraints que d'autres : d'une manière générale, les tronçons proches de Paris ou qui concernent directement Paris sont fortement contraints (Villejuif - Boulogne Billancourt, Villejuif - Pleyel).

Pour les volets milieux naturels, paysage naturel et agriculture, les impacts du projet sont réduits pour un scénario souterrain. La localisation des gares et des ouvrages annexes devra être conçue de manière à limiter l'emprise sur les milieux naturels et les terres agricoles et le dérangement des espèces au niveau de secteurs à enjeux (Site Natura 2000 notamment) et à faciliter leur insertion paysagère.

☞ L'optimisation du projet, aussi bien au niveau de la prise en compte des contraintes que de celle des impacts, passe par la réalisation d'études dont le niveau de précision augmente avec le niveau de précision du projet. Les études géotechniques, hydrogéologiques et hydrologiques devront avoir une importance en rapport avec l'ampleur du projet, comme le précise le Code de l'Environnement au sujet de l'étude d'impact et doivent être conçues comme des assistances à la conception du projet. C'est particulièrement le cas pour assurer la stabilité à long terme de l'infrastructure et des infrastructures voisines (réseaux, tunnels, bâtiments).

IV.2.2 Scénario aérien/terrestre

Les cartes IV.1.2-1 à IV.1.2-9 présentent sous forme graphique la synthèse du diagnostic pour le volet EAU/SOL/SOUS-SOL.

Tableau IV.1.3 : Synthèse des impacts par tronçon pour le scénario aérien / terrestre									
Thématiques	Saclay - La Défense	La Défense - Pleyel	Pleyel - Le Bourget	Le Bourget - Roissy	Le Bourget - Descartes / Noisy	Descartes/ Noisy - Villejuif	Villejuif - Pleyel	Villejuif - Orly - Saclay	Villejuif - Boulogne Billancourt
Topographie	--- (Localement)	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	--- (Butte de l'Aulnay)	--- (Localement)	-	--- (Localement)	--- (Localement)
Géologie	-	-	-	-	-	-	-	-	--
Vibrations	--- (Localement)	-	-	-	-	-	-	-- (localement)	-- (localement)
Hydrogéologie									
Aquifère	-	-	-	-	-	--- (Champigny)	-	-	---
Forage d'eau	-	---	---	-	-	---	---	-	---
Eaux superficielles									
Franchissement	-- (Bièvre)	--- (Seine)	-- (Croult)	Pas d'incidence	--- (Marne)	--- (Seine / Marne)	--- (Seine)	Pas d'incidence	--- (Seine)
Inondations	-	---	Pas d'incidence	Pas d'incidence	--	---	--	Pas d'incidence	--
Interactions avec activités humaines									
Conduites Tunnels	-- (A86 Ouest)	-	-	-	-	-	--- (CPCU)	-	-
Risques naturels	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	--- (Gypse)	Pas d'incidence	-- (localement)	Pas d'incidence	---
Risques technologiques	Pas d'incidence	--- (Gennevilliers)	--- (Saint-Denis)	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	--- (Localement)	Pas d'incidence
Sols pollués	Pas d'incidence	---	---	Pas d'incidence	-	---	---	---	---
Biodiversité et paysage naturel									
Faune-Flore-Milieus naturels	---	-- (Courneuve / Seine)	-- (Sausset / Poudrerie)	- (Localement)	---	-- (Localisé : Seine / Marne, APPB)	-	---	-
Paysage naturel	--- (Plateau de Saclay, Vallée de la Bièvre, Château de Versailles...)	-- (Boucle d'Asnières)	-- (Sausset / Poudrerie)	-- (espaces agricoles)	--- (Coteau de l'Aulnoye, Vallée de la Marne)	-	-	-- (Vallée de l'Yvette)	--- (Coteau de Seine à Bougival)
Agriculture	--- (Plateau de Saclay)	-	-	-- (Plaine de France)	-	-	-	--- (Plateau de Saclay et abords d'Orly)	-

Entre le projet aérien et le projet terrestre, seule la superficie du contact au sol est différente. Cela implique des impacts identiques pour les thématiques eau, sol, sous-sols mais bien distincts pour les thématiques faune-flore-milieux naturels et paysages naturels.

Pour la thématique eau, l'impact du projet sur les captages d'eau est du même type que celui du projet souterrain. Les aquifères touchés ne sont cependant pas forcément les mêmes et les éléments perturbants du fonctionnement des forages sont limités en profondeur. Pour les vibrations aussi, elles ont un impact similaire au projet souterrain. La proximité des ouvrages d'ancrage et de fondation avec les ouvrages souterrains peut accentuer certains effets des vibrations.

Pour les milieux naturels, l'impact principal relevé est **l'effet d'emprise au sol** nécessaire à l'implantation du futur métro automatique et dont découle une partie importante des incidences négatives répertoriées (destruction d'habitats / d'espèces, coupure d'axes de déplacement, fragmentation du territoire, augmentation de l'artificialisation, perte de fonctionnalité écologique..). Pour le volet agricole, c'est également la consommation de terres agricoles qui ressort pour ces scénarios. Pour le volet paysage, ce sont essentiellement les effets visuels que pourront engendrer l'implantation du métro automatique qui sont à prendre en compte (covisibilité, effet de trouée, de coupure...). Au niveau du fuseau, les secteurs sensibles à ce phénomène sont les plaines agricoles et les vallées et buttes témoins (franchissement des reliefs).

L'option aérienne aura un impact moindre par rapport à l'option terrestre, du fait d'une emprise au sol irrégulière mais aura des effets indirects comme la modification des conditions stationnelles (ombrage...). Cet effet d'emprise sera plus dommageable dans les secteurs identifiés à forts enjeux écologiques.

Pour le reste, les thématiques relatives à l'eau, au sol et au sous-sol engendrent surtout des **contraintes techniques à la réalisation du projet**. Certains tronçons sont nettement plus contraints que d'autres : d'une manière générale, les tronçons proches de Paris ou qui concernent directement Paris sont fortement contraints (Villejuif - Boulogne Billancourt, Villejuif - Pleyel).

☞ L'optimisation du projet passe là encore par la réalisation d'études, lors de la précision du projet, dont l'importance est en rapport avec l'ampleur du projet (Code de l'Environnement).

IV.2.3 Synthèse globale

Tableau IV.1.3 : Synthèse globale des impacts et des mesures

Thématique	Scénario souterrain		Scénario terrestre		Scénario aérien	
	Impacts	Mesures	Impacts	Mesures	Impacts	Mesures
Topographie	Impacts limités aux ouvrages annexes Sur-profondeur Gestion des terres excavées	Utilisation sur site des terres excavées Utilisation sur autres sites des terres excavées	Modification de la topographie suite aux remblais et aux déblais Impact nul à fort	Ouvrages d'art / Tunnels Limitation des remblais	Modification de la topographie	Ouvrages d'art / Tunnels Limitation des remblais
Géologie	Excavation de strates géologiques Disparition de gisements patrimoniaux Disparition d'aquifères Impact faible à fort	Evitement en plan ou en vertical des strates concernées	Excavation localisée de strates géologiques superficielles Disparition de gisements patrimoniaux Disparition de nappes superficielles Impact faible à moyen	Evitement des zones sensibles	Excavation localisée de strates géologiques superficielles Disparition de gisements patrimoniaux Disparition de nappes superficielles Impact faible à moyen	Evitement des zones sensibles
Vibrations	Atteintes aux ouvrages : fissuration, déstabilisation, effondrement Troubles de la santé humaine Perturbation du fonctionnement de certains appareils Impact faible à fort	Evitement des zones sensibles Etudes vibratoires Organisation du chantier Dispositifs anti-vibrations	Atteintes aux ouvrages : fissuration, déstabilisation, effondrement Troubles de la santé humaine Perturbation du fonctionnement de certains appareils Impact faible à fort	Evitement des zones sensibles Etudes vibratoires Organisation du chantier Dispositifs anti-vibrations	Atteintes aux ouvrages : fissuration, déstabilisation, effondrement Troubles de la santé humaine Perturbation du fonctionnement de certains appareils Impact faible à fort	Evitement des zones sensibles Etudes vibratoires Organisation du chantier Dispositifs anti-vibrations
Hydrogéologie aquifère	Atteinte au volume du réservoir Perturbation des écoulements Impact moyen à fort	Evitement des zones sensibles	Atteinte au volume du réservoir Perturbation des écoulements Impact moyen à fort	Evitement des zones sensibles	Atteinte au volume du réservoir Perturbation des écoulements Impact moyen à fort	Evitement des zones sensibles
Hydrogéologie forage d'eau	Disparition physique de forages Perturbation du fonctionnement Impact faible à fort	Mise en œuvre de nouveaux forages	Disparition physique de forages Perturbation du fonctionnement Impact faible à fort	Mise en œuvre de nouveaux forages	Disparition physique de forages Perturbation du fonctionnement Impact faible à fort	Mise en œuvre de nouveaux forages
Eaux superficielles franchissement	Pas d'impact	Pas de mesure	Perturbation de l'écoulement du cours d'eau Modification du profil en travers et du profil en long Impact faible à fort	La conception du projet doit intégrer l'objectif impact faible à nul. Etudes hydrauliques	Perturbation de l'écoulement du cours d'eau Modification du profil en travers et du profil en long Impact faible à fort	La conception du projet doit intégrer l'objectif impact faible à nul. Etudes hydrauliques
Eaux superficielles inondations	Impact limité aux ouvrages annexes		Entrave à l'expansion de la crue Prise de volume à la crue Inondation de zones non inondées avant la mise en œuvre du projet	Compensation des désordres « Transparence hydraulique » de l'ouvrage Etudes hydrauliques relatives à la crue	Entrave à l'expansion de la crue Prise de volume à la crue Inondation de zones non inondées avant la mise en œuvre du projet	Compensation des désordres « Transparence hydraulique » de l'ouvrage Etudes hydrauliques relatives à la crue
Conduites Tunnels	Déstabilisation Rupture Effondrement Impact moyen à fort	Evitement dans les règles de l'art Respect des distances de voisinage	Déplacement des réseaux superficiels Dommages à ouvrages Impact faible à fort	Evitement dans les règles de l'art Respect des distances de voisinage	Déplacement des réseaux superficiels Dommages à ouvrages Impact faible à fort	Evitement dans les règles de l'art Respect des distances de voisinage
Risques naturels	Dommages à ouvrages Impact faible à fort	Prise de précautions particulières dans les zones à risque Etudes géotechniques	Dommages à ouvrages Impact nul à fort	Prise de précautions particulières dans les zones à risque Etudes géotechniques	Dommages à ouvrages Impact faible à fort	Prise de précautions particulières dans les zones à risque Etudes géotechniques
Risques technologiques	Perturbation du fonctionnement suite au chantier Impact nul à fort	Evitement	Perturbation du fonctionnement suite au chantier Impact nul à fort	Evitement	Perturbation du fonctionnement suite au chantier	Evitement
Sols pollués	Pas d'impact	Pas de mesure	Exportation de la pollution via les terres et/ou les eaux	Mise en œuvre de moyens de détection de terres polluées	Exportation de la pollution via les terres et/ou les eaux	Mise en œuvre de moyens de détection de terres polluées

Tableau IV.1.3 : Synthèse globale des impacts et des mesures

Thématique	Scénario souterrain		Scénario terrestre		Scénario aérien	
	Impacts	Mesures	Impacts	Mesures	Impacts	Mesures
			Impact nul à fort	Mise en place de procédures d'alerte « sols pollués » et de caractérisation de la pollution Gestion des terres polluées dans les règles de l'art	Impact nul à fort	Mise en place de procédures d'alerte « sols pollués » et de caractérisation de la pollution Gestion des terres polluées dans les règles de l'art
Faune-Flore-Milieus naturels	<p>Surtout en phase chantier</p> <p>Le tunnel interfère avec les écoulements d'eau : il peut en arrêter certains en créant une zone étanche, ou en créer de nouveaux. Ces modifications peuvent avoir des conséquences en surface sur l'alimentation en eau de plan d'eau ou de mares. =>Impact non quantifiable à ce stade.</p> <p>Production de vibrations lors du creusement du tunnel dont l'impact sur les espèces n'est pas quantifiable à ce stade</p> <p>Suivant la localisation des lieux de stockage des matériaux de déblai, de l'entrée du tunnelier, l'effet pourra être négatif pour la faune, la flore et les milieux naturels (destruction, dégradation...).</p>	Cf. mesures de réduction	<p>Effet d'emprise (destruction d'habitats et d'espèces, coupure d'axes de déplacement, fragmentation du territoire, augmentation de l'artificialisation, perte de fonctionnalité écologique)</p> <p>Dérangement</p> <p>Dissémination d'espèces invasives</p> <p>Impact faible à fort</p>	<p>Eviter les zones à enjeux écologiques</p> <p>Mettre en place des mesures de réductions (cf. III.6.3)</p>	<p>Effet d'emprise (destruction d'habitats et d'espèces, coupure d'axes de déplacement, fragmentation du territoire, augmentation de l'artificialisation, perte de fonctionnalité écologique)</p> <p>Dérangement</p> <p>Dissémination d'espèces invasives</p> <p>Impact faible à fort</p>	<p>Eviter les zones à enjeux écologiques</p> <p>Mettre en place des mesures de réductions (cf. III.6.3)</p>
Paysage naturel	Effets visuels concentrés aux zones émergentes de chantier et aux ouvrages annexes	<p>Eviter de creuser dans des secteurs présentant de forts enjeux paysagers</p> <p>Localiser les émergences visuelles en tenant compte des secteurs à enjeux paysagers</p> <p>Assurer l'intégration paysagère des ouvrages annexes</p>	<p>Effets visuels</p> <p>Impact faible à fort</p> <p>Covisibilité avec les éléments du patrimoine</p> <p>Effet de coupure</p> <p>Modification de la structure du paysage</p>	<p>Assurer l'intégration paysagère de l'infrastructure et des ouvrages annexes</p> <p>Eviter les secteurs à enjeux paysagers</p> <p>Mutualiser le tracé avec les infrastructures de transport existantes</p> <p>Mettre en place des mesures de réductions (cf. III.7.1)</p>	<p>Effets visuels</p> <p>Impact faible à fort</p> <p>Covisibilité avec les éléments du patrimoine</p> <p>Effet de coupure</p> <p>Modification de la structure du paysage</p>	<p>Assurer l'intégration paysagère de l'infrastructure et des ouvrages annexes</p> <p>Eviter les secteurs à enjeux paysagers</p> <p>Mutualiser le tracé avec les infrastructures de transport existantes</p> <p>Mettre en place des mesures de réductions (cf. III.7.1)</p>
Agriculture	<p>Effet d'emprise limité aux ouvrages annexes</p> <p>Le tunnel interfère avec les écoulements d'eau : il peut en arrêter certains en créant une zone étanche, ou en créer de nouveaux. Ces modifications peuvent avoir des conséquences en surface sur l'alimentation en eau de plan d'eau ou de mares. => Impact non quantifiable à ce stade.</p>	<p>Eviter les zones agricoles</p> <p>Cf. mesures de réductions</p>	<p>Modification de l'apport en lumière et en l'eau pour les milieux agricoles traversés à cause de l'implantation du viaduc</p> <p>Idem au scénario terrestre pour le reste</p>	<p>Eviter les zones agricoles</p> <p>Cf. mesures de réductions</p>	<p>Consommations de terres agricoles, fragmentation du territoire agricole</p> <p>Impact potentiel sur les cultures : poussière, perte de récolte</p> <p>Modification du sol si la remise en état n'est pas faite correctement</p>	<p>Eviter les zones agricoles</p> <p>Cf. mesures de réductions</p>

IV.3 Propositions de localisation des gares

L'objectif de ce chapitre est d'étudier dans les limites du fuseau quelles seraient les localisations possibles de gare compte tenu des objectifs du projet de métro automatique et des spécificités du territoire sur lequel il s'établit (opportunités, contraintes). A ce stade de l'étude, il s'agit de mettre en évidence les zones à fort potentiel permettant d'obtenir le meilleur consensus possible pour un maillage de stations favorisant notamment :

- le développement des activités et de l'habitat ;
- la desserte des grands pôles de développement ;
- le désengorgement des lignes TC existantes ;
- la complémentarité et le maillage avec le réseau existant ;
- l'obtention d'une vitesse commerciale élevée.

Il est important de préciser ici que les propositions qui suivent sont exclusivement fondées sur une approche purement technique et ne prenant pas en compte des projets particuliers des collectivités, ni la capacité à conclure un contrat de développement territorial prévu par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris, qui justifient un choix de positionnement qui peut être différent de la part du maître d'ouvrage. Elles ont pour objet d'assister le maître d'ouvrage, en amont de la définition de son projet et de permettre au public de disposer des éléments ayant présidé au choix.

IV.3.1 Méthodologie

La méthodologie de localisation des gares suit une démarche systématique. Un croisement des différentes thématiques étudiées, aux logiques parfois contradictoires, est effectué afin de voir émerger les zones à fort potentiel de développement. Principalement, les questions de mobilité et d'aménagement du territoire participent des premiers choix dits d'opportunité pour isoler ces gares existantes ou nouvelles. Les questions liées aux Sols et Sous-sols (profondeur des stations,...) et Milieux naturels (Périmètres de protection, ...) interviennent comme facteurs restrictifs dans l'infirmité ou confirmation de ces opportunités initiales.

Pour faciliter cette approche multithématique, le fuseau est maillé de la manière suivante :

- toutes les stations de transport en commun actuelles ou futures sont représentées. Il est fait l'hypothèse que le métro automatique réalisera un maximum de correspondances avec les lignes TC présentes à l'intérieur du fuseau ;
- entre ces gares existantes ou futures, les gares potentielles sont distribuées selon un maillage régulier (tous les 750m) ;
- les gares potentielles localisées à moins de 500 m d'une gare actuelle ou future ne sont pas prises en compte. Dès lors, la distance maximale entre une

gare de correspondance et la première gare potentielle est inférieure à 1,25 km (500m + 750m).

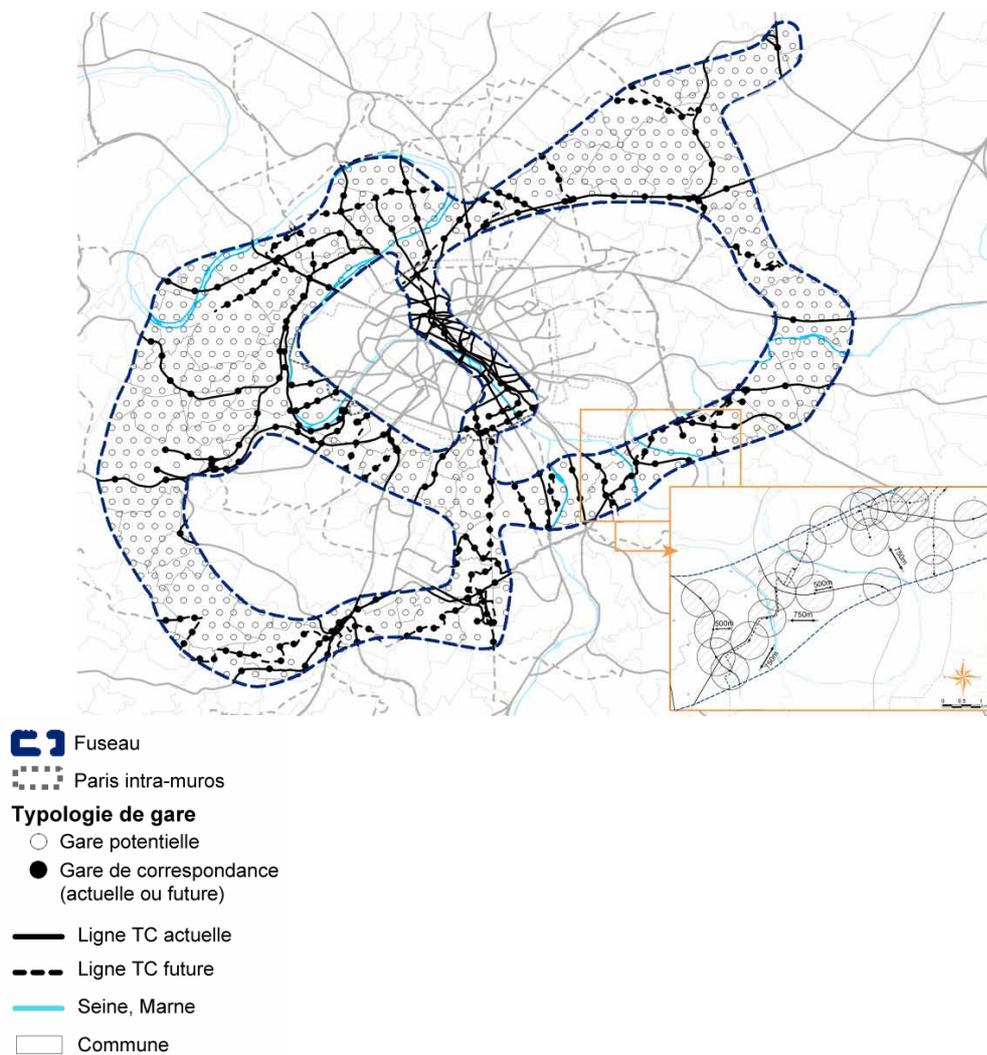


Figure IV.2.1-1 Critères de localisation des gares potentielles (Sources : Stratec, à partir des données DREIF)

Ainsi, le fuseau maillé se dessine comme suit :

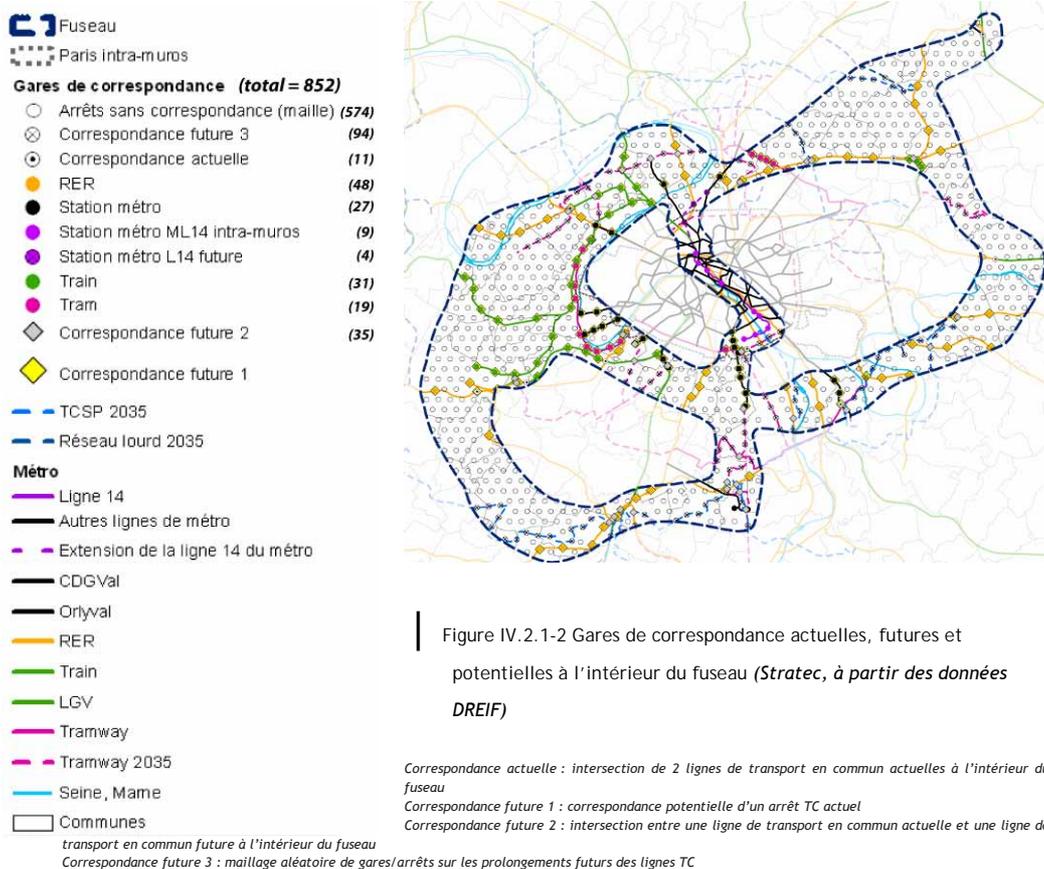


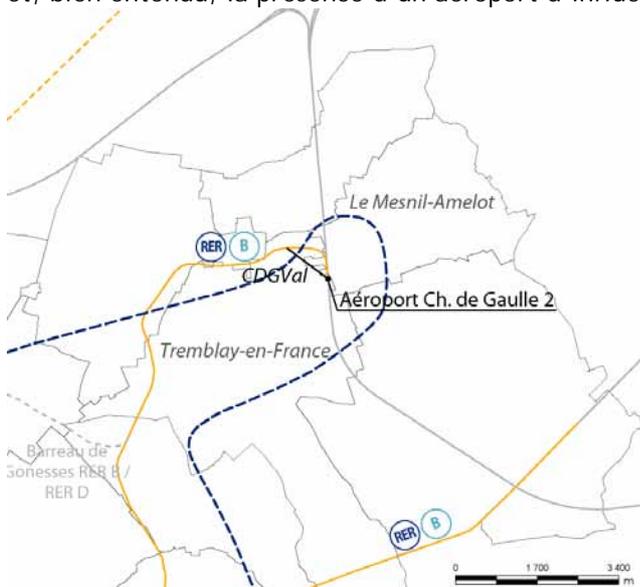
Figure IV.2.1-2 Gares de correspondance actuelles, futures et potentielles à l'intérieur du fuseau (Stratec, à partir des données DREIF)

IV.3.2 Application des opportunités

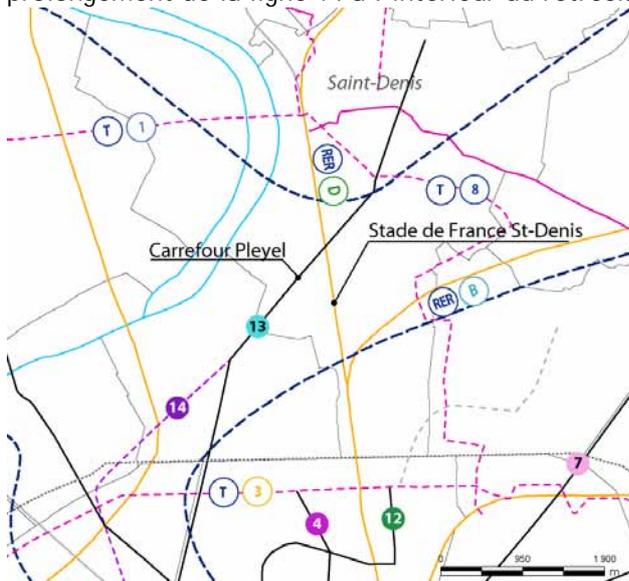
Gares incontournables et / ou pôle de compétitivité

En considérant les critères de connectivité aux réseaux de transport existants (TC, routes, ferroviaire, aérien) et de développement des pôles de compétitivité, huit gares dites « incontournables » ressortent de l'analyse :

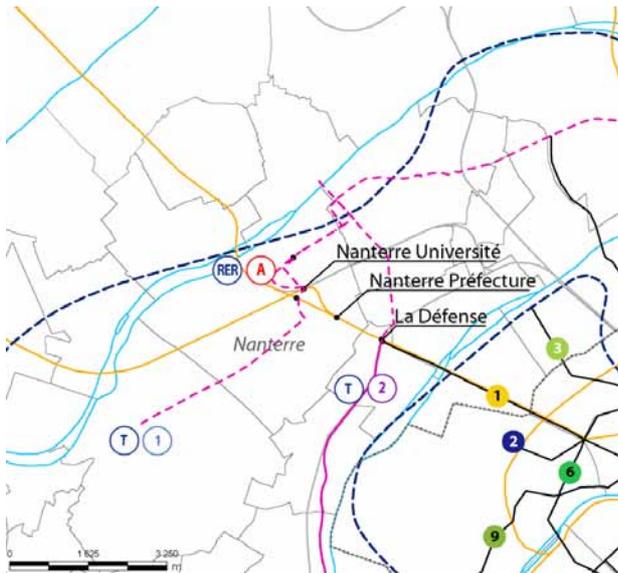
A- Roissy, par sa proximité à l'autoroute A1, sa connexion avec le RER, le CDGVal et, bien entendu, la présence d'un aéroport d'influence internationale.



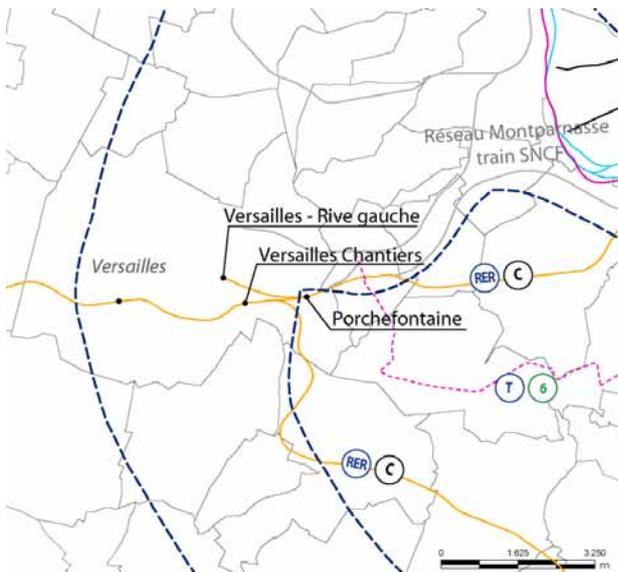
B- Saint Denis, zone de convergence du RER D, du métro ligne 13 et du futur prolongement de la ligne 14 à l'intérieur du rétrécissement de fuseau.



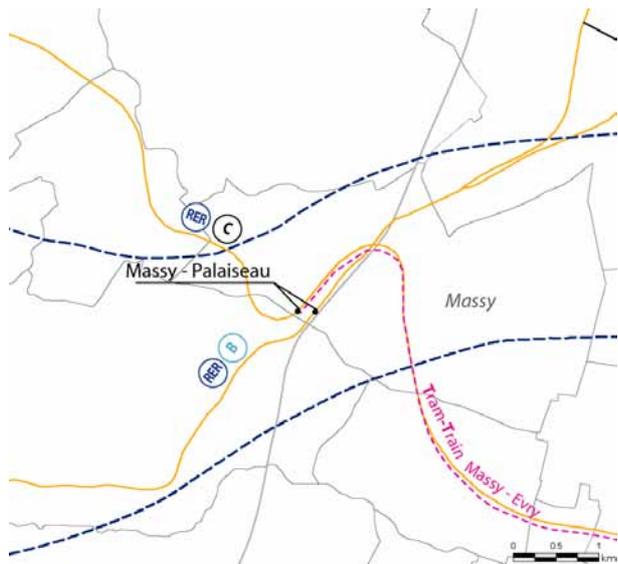
C- La Défense - Nanterre, pôle d'activité développé autour du RER A, de la ligne métro 1, des trams T2 et T1 (prolongement).



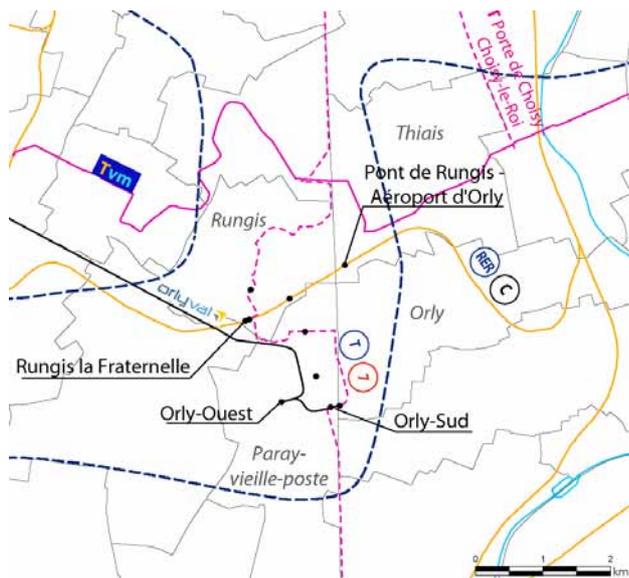
D- Versailles, au potentiel de connexion important avec le RER et le réseau Transilien



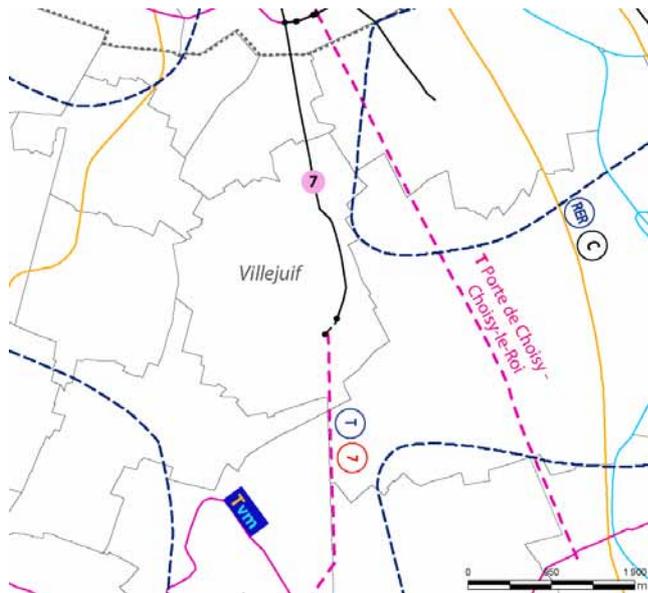
E- Massy-Palaiseau, où le pôle d'échange actuel entre le RER B et le RER C est incontournable



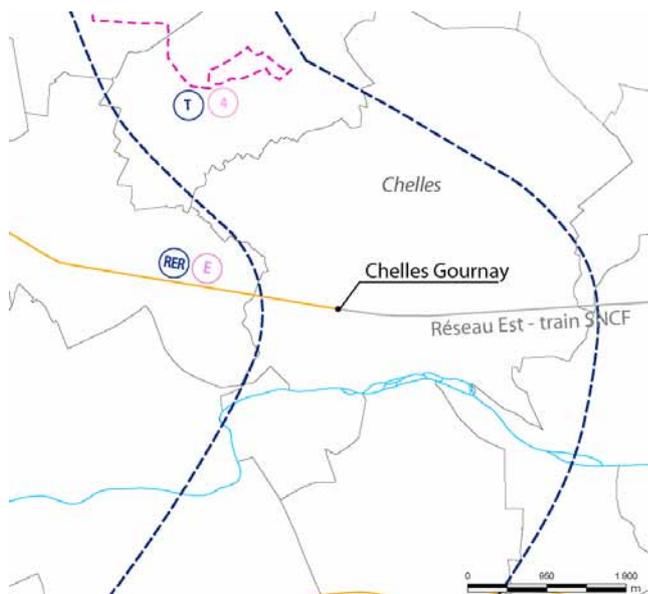
F- Orly, qui outre son aéroport d'envergure internationale, pourrait faire le lien entre le tram T7, le RER C et le RER B via la navette Orlyval



G- Villejuif, qui sera desservi par deux branches du métro automatique



H- Chelles, pôle de correspondance entre le RER E et les trains SNCF



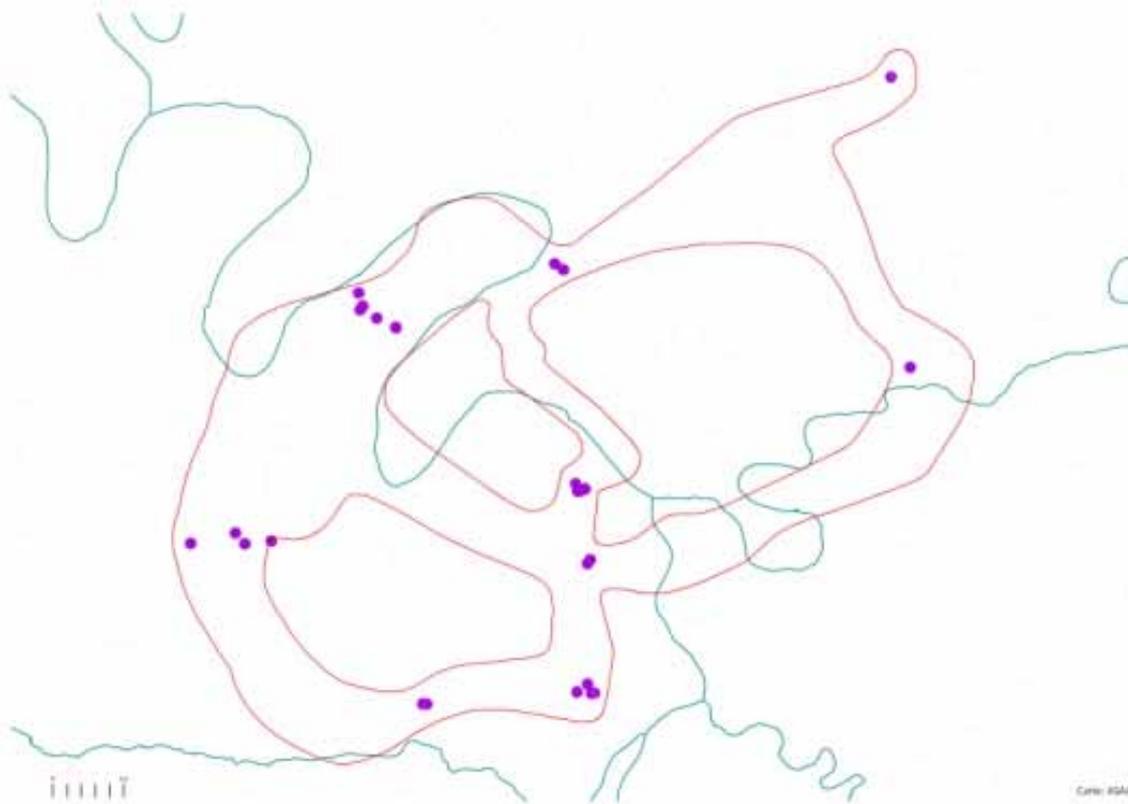


Figure IV.2.2-1 localisation des pôles de correspondances incontournables

Gares de correspondance et densification potentielles

Il s'agit ici de s'intéresser à l'usage potentiel du sol en relation avec les zones de chalandises ou d'influence des gares. L'idée consiste à prendre acte de la volonté politique de développer certains pôles majeurs par densification de la population, de l'emploi et des activités et de déterminer les zones où ce potentiel s'exprime le mieux.

La zone d'influence d'une gare peut être représentée de manière simplifiée par différentes aires pour chaque mode de rabattement. Pour les modes « doux », la marche et le vélo, nous considérons une zone d'influence de 1km de rayon, qui sera notre critère de référence. Ainsi, il est possible de calculer les potentiels de développement dans les zones de chalandise des gares pour toutes les gares actuelles, futures programmées et toutes les gares potentielles du métro automatique à l'horizon 2035.

Les potentiels de développement ont été calculés avec la même méthodologie que celle utilisée pour les aptitudes de densification par tronçon (cf. III.9.2)

Le maillage préalable du fuseau donne une bonne approximation des possibilités d'implantation de gare à l'intérieur de la zone. En effet, la précision de l'information pour les gares potentielles est de l'ordre de 375m ($750m/2$), ce qui donne bonne image du potentiel de développement lié à chaque localisation de gare.

27 gares dites de correspondances potentielles articuleraient les TCSP existants ou à venir, des lignes de métro, des lignes de transport lourds types RER ou transiliens. Parmi la pluralité des choix obtenus dans ces nuages de correspondances, les critères de densification peuvent aider à préciser

l'emplacement entre deux correspondances équivalentes.
On croise donc les deux cartographies suivantes:



Figure IV.2.2-2 zones suggérées au maître d'ouvrage pour la localisation des gares, au regard de la méthode utilisée

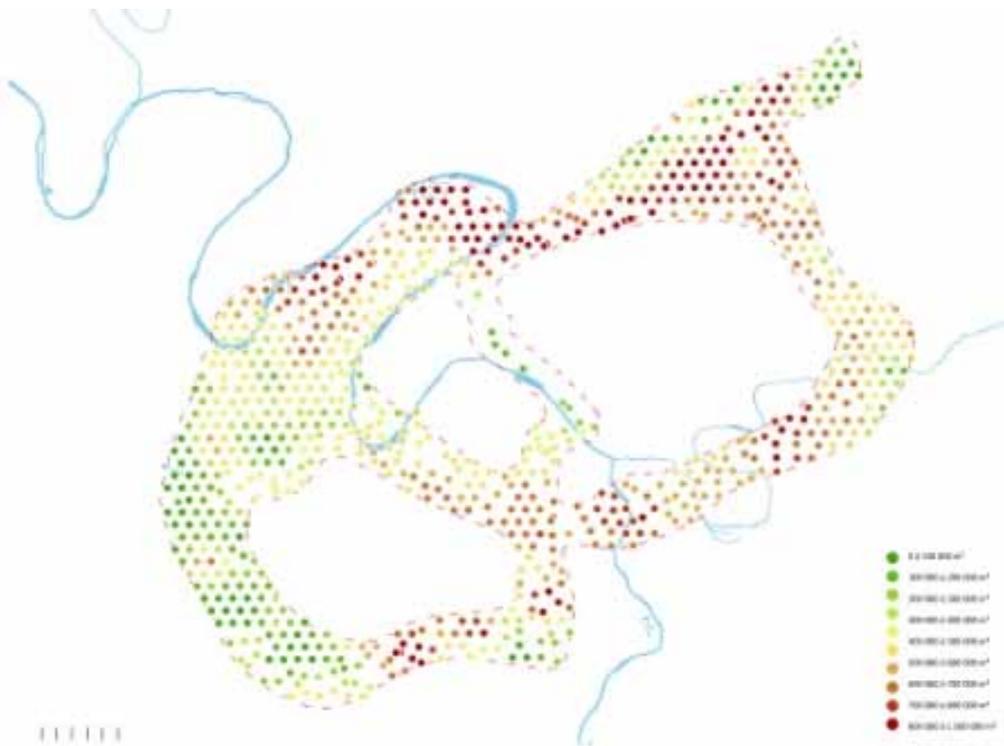


Figure IV.2.2-3 potentiel de développement à chaque gare potentielle du maillage (zone d'influence

considérée : 1 km)

Gares nouvelles sur opportunité de densification

En complément des propositions issues des opportunités de correspondances, certaines gares sont proposées selon le critère de potentiel de densification autour de ces éventuelles gares. Cela correspond à quelques gares (4 ou 5) dans des secteurs où il n'y a pas de correspondance envisageable.

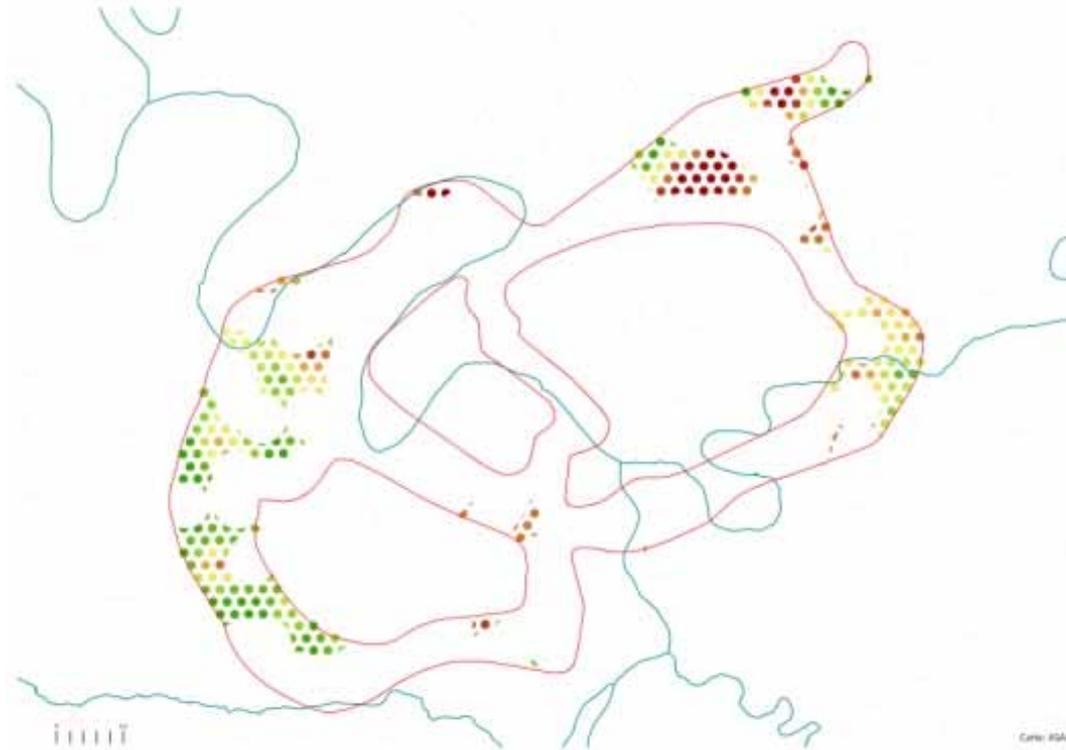


Figure. IV. 2.2-4 secteurs où la localisation des gares est orientée en fonction des potentiels de développement

IV.3.3 Respect de la vitesse commerciale

Du point de vue des performances des transports publics, le choix du nombre d'arrêts à desservir doit permettre un juste équilibre entre temps de parcours et population, emplois desservis. Dans notre cas d'étude, la vitesse commerciale à atteindre est prescrite par les ambitions politiques du projet. Elle s'élève à 60 km/h au moins.

Dans une situation contrainte où l'aménagement du territoire est une donnée, une telle hypothèse pourrait amener à proposer une solution non optimale puisqu'une vitesse commerciale élevée impose de limiter le nombre d'arrêt et donc la desserte. Dans le cas de ce projet, il existe une certaine souplesse pour localiser le développement futur et il doit alors être possible de trouver un optimum sous la contrainte d'une vitesse commerciale élevée. Autrement dit, est-il possible de localiser les développements prévus dans les aires d'influences des gares dont le nombre restreint est imposé par la vitesse commerciale ?

Ce critère de vitesse commerciale supérieure à 60 km/h impose que globalement et en moyenne, l'interdistance entre 2 gares ne devrait pas être inférieure à 4

km (avec un matériel dont la vitesse de pointe serait de 70km/h et les accélérations/décélérations de 1.1 m/s²). Il s'agit là d'une valeur moyenne qui peut fluctuer localement notamment en fonction des possibilités de densification observée mais cela donne déjà une idée du nombre de gares de la ligne de métro qui devrait tourner autour de 40 (hors ligne 14).

IV.3.4 Première synthèse

Sur la carte ci-dessous, apparaissent en dégradé de gris, la hiérarchisation des pôles selon : 1. Incontournables - 2. Correspondances potentielles sur opportunités de densification - 3. Opportunités de densification fortes sans correspondances existantes ou projetées) ; en rouge et orange, les gares potentielles (les gares en orange présentent soit des alternatives au niveau du tracé soit des alternatives au niveau du nombre de gares sur un même tronçon); en contour jaune, les zones pressenties pour les localisations de gares. Ces zones comportent la plupart du temps plusieurs possibilités. Le choix entre ces différentes possibilités nécessiterait une analyse plus fine permettant, par exemple, de faire le choix entre interconnexion ou potentiel de densification même s'il nous semble qu'a priori l'interconnexion doit être privilégiée car elle permet d'augmenter l'attractivité d'un nombre plus important de gares qui a leur tour présentent un potentiel de densification.

C'est pourquoi la méthodologie mise en place pour la localisation des gares donne la faveur à l'interconnexion plutôt qu'au potentiel de développement localisé uniquement sur les gares du métro automatique. Néanmoins, il est possible d'envisager des secteurs où le choix pourrait préférer la création de nouvelles centralités (désenclavement, opportunités économiques avantageuses liées à un fort potentiel de développement) plutôt que la polarisation des territoires autour de gares d'interconnexion.

Par ailleurs, cette carte permet également d'interroger les distances entre deux gares. En effet, certaines opportunités incitent à proposer des gares relativement rapprochées (distance inférieure aux 4 kilomètres annoncés plus haut). Un choix sera à faire entre amélioration de la desserte et des potentiels de développement, et affaiblissement de la performance du futur métro en termes de vitesse.

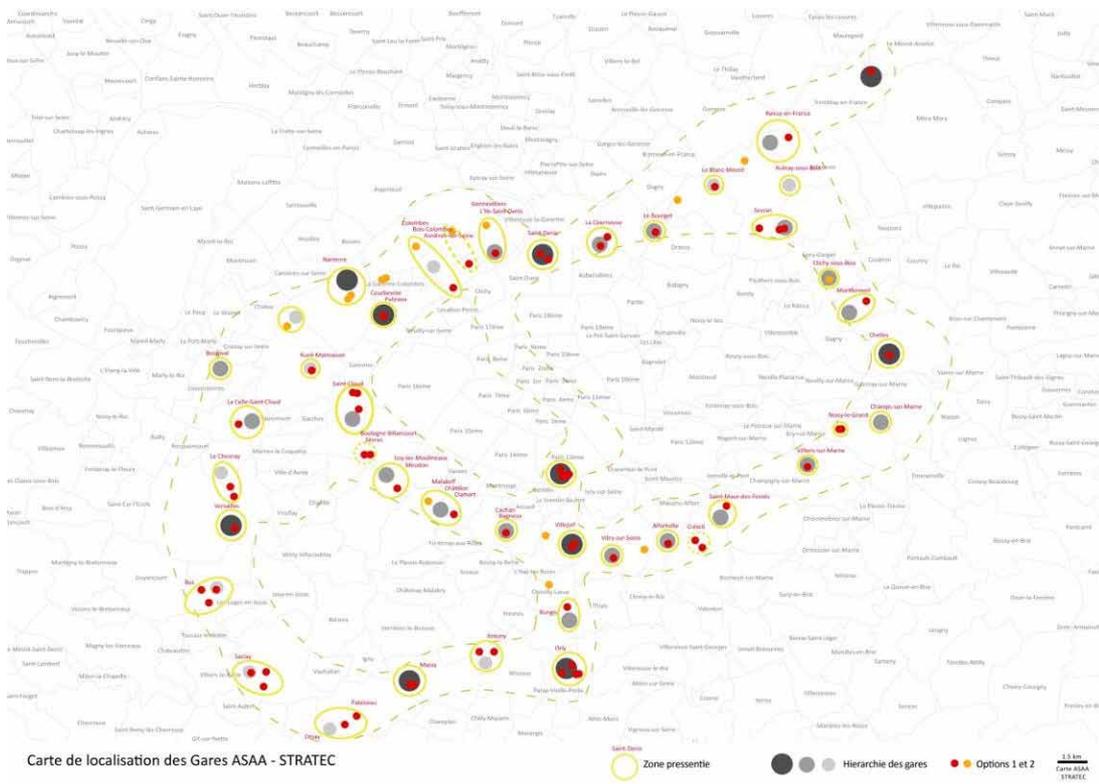


Figure IV.2.4-1 Zones pressenties pour la localisation des gares

IV.3.5 Confrontation aux contraintes de terrain

Les cartes ci-dessous font la synthèse de l'analyse relative à la position des gares et de l'infrastructure.

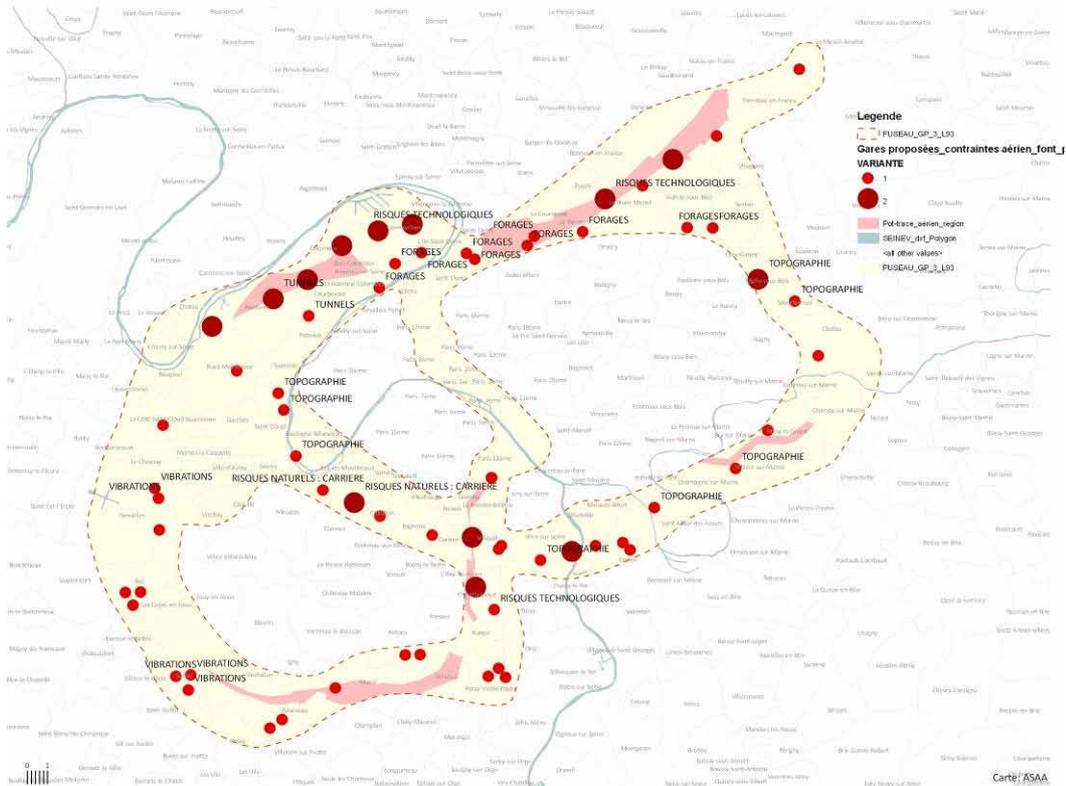


Figure IV.2.5-1 Scénario aérien/terrestre - Positionnement des gares potentielles par rapport au fuseau et aux zones possibles pour ce scénario.

Ces cartes résultent du croisement des données mobilité sur les correspondances et sur les déplacements, des données d'aménagement sur les possibilités de densification et des données sur les contraintes à leur localisation.

Certaines gares potentielles sont représentées par un groupe de points car la zone concernée présente plusieurs opportunités.

La carte relative au scénario aérien/terrestre montre que les zones où ce scénario est envisageable (en rose sur la carte) correspondent à des zones de fortes opportunités pour la réalisation de gares avec des contraintes de réalisation en général faibles.

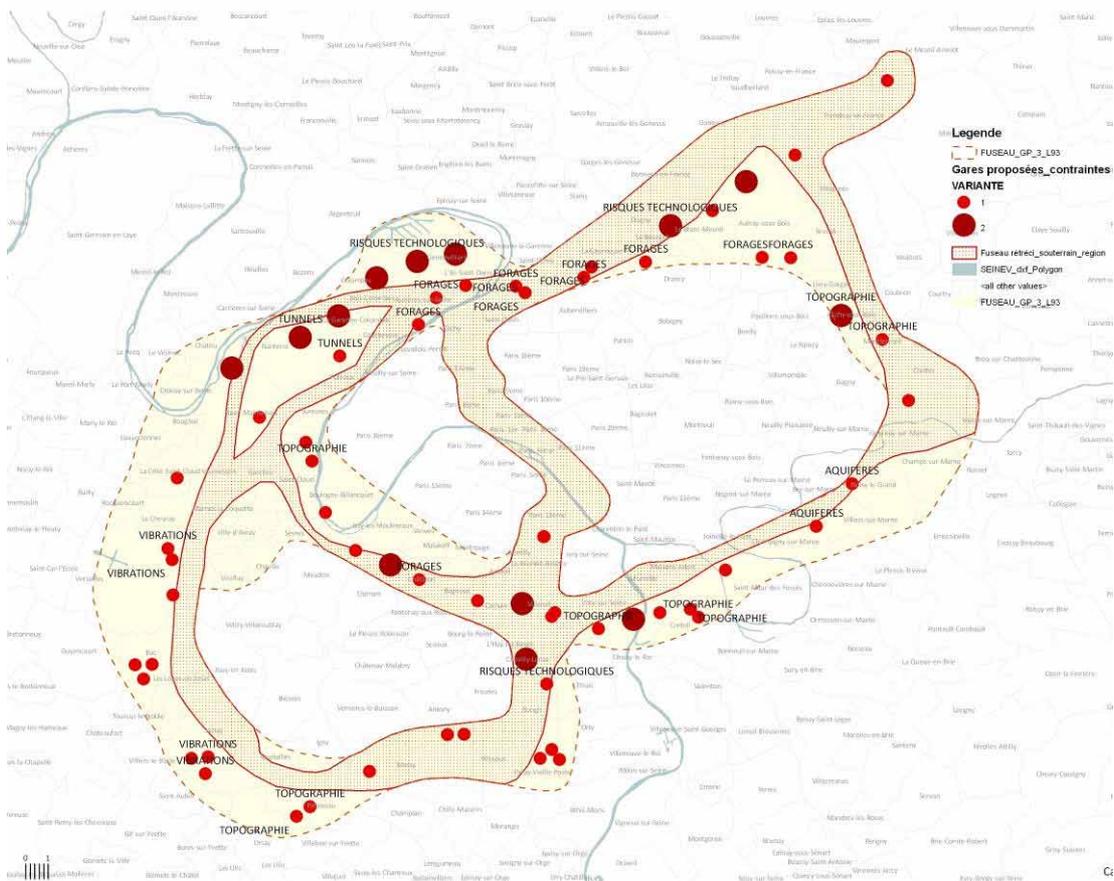


Figure IV.2.5-2 Scénario souterrain - Positionnement des gares potentielles par rapport au fuseau et proposition de fuseau restreint.

La carte relative au scénario souterrain présente deux informations :

- Le positionnement des gares potentielles sur le fuseau d'étude. Il est le même que pour le scénario aérien / terrestre.
- Un fuseau restreint dans lequel il conviendrait de privilégier le tracé du projet souterrain.

Ce fuseau a été établi par BURGEAP sur la base des contraintes souterraines identifiées au cours de l'évaluation environnementale.

Globalement, ces deux informations ne sont pas contradictoires : le fuseau restreint proposé comporte une bonne partie des gares potentielles identifiées.

Les principaux cas de divergence se situent au niveau du plateau de Saclay (secteur Ouest), du secteur de Créteil / Champigny-sur-Marne (secteur Sud-est, boucle de la Marne) et du secteur d'Aulnay-sous-Bois (secteur Nord-est).

☞ Ces divergences seront tranchées par le Maître d'Ouvrage à l'avancement du projet.

V. Modalités de l'analyse ex-post

V.1 Contexte

V.1.1 La loi « LOTI »

Le souci de transparence de l'action publique notamment pour les projets de taille importante se concrétise avec la loi d'orientation sur les transports intérieurs (LOTI) avec l'exigence de réaliser et de rendre publique un bilan (les évaluations ex-post des projets d'infrastructures) pour les grandes opérations d'infrastructure d'un montant supérieur à 83 millions d'euros (*Article 14*). Les études a posteriori peuvent être pertinentes dès un horizon de 3 ans pour un milieu urbain (généralement très réactif) comme le prévoit d'ailleurs la loi. Pour les infrastructures plus lourdes comme c'est le cas pour le projet du Grand Paris, une évaluation continue sur le long terme, étapes par étapes avec un bilan final solide semble plus significatif afin de déterminer et de comparer des tendances. Dans le cas présent, la durée d'études est fixée à 10 ans.

Néanmoins, il apparaît important de préciser que l'observation de l'évolution de phénomènes environnementaux en liaison avec un projet spécifique est relativement complexe dans la mesure où leur variation est imputable à une série de facteurs dont les responsabilités respectives sont parfois difficilement identifiables⁶⁶.

V.1.2 Objectifs de l'analyse ex-post

Réalisée peu de temps après l'achèvement d'un projet, l'analyse ex-post vise à mesurer, avec un recul et une objectivité suffisants, les effets, directs comme indirects, de l'infrastructure de transport et donc à analyser quantitativement l'impact réel du projet par rapport à sa finalité annoncée. Ce bilan vise également à contribuer à une meilleure information du citoyen⁶⁷.

Cette évaluation aura également comme intérêt de chercher, à terme, à valider ou à invalider les prévisions établies lors de l'analyse ex-ante (écart entre prévisions et constat). Ce type d'étude est tout particulièrement ancrée pour les grands projets afin « d'examiner de manière globale et selon une procédure unifiée (...) leurs incidences sur l'environnement, l'économie et la société »⁶⁸.

La question centrale sera donc d'étudier les conséquences de la mise en service du projet sur les enjeux majeurs pour lesquels celui-ci doit avoir apporté une certaine réponse dans un délai établi (se reporter aux parties adéquates).

⁶⁶ « Schéma directeur de la région Île-de-France Evaluation environnementale », SDRIF, 2008

⁶⁷ *L'évaluation ex-post des projets*, Véronique Gamon & Jean-Marie Jarrige in « Projets et politiques de transport : expertises en débat »; Metropolis; 2002.

⁶⁸ Source : *Mobilité durable; les contributions du PNR41 « Transport et environnement ».*

V.1.3 Méthodologie

Pour cela et afin d'assurer l'objectivité et la transparence de ce suivi, il est nécessaire de se doter d'une série d'indicateurs clés qui résulteront essentiellement d'observations et devant répondre à des critères exigeants :

- Mesurer quantitativement l'évolution ainsi que les conséquences au fil du temps du projet en question, que ce soit au travers de ses effets directs les plus visibles (pour le secteur du transport) ou de ces effets indirects (dans les domaines socio-économiques ou sur la distribution de l'habitat).
- Permettre l'évaluation des prévisions originelles et apporter les éléments nécessaires à une réflexion sur un réajustement en temps réel de la politique menée.

☞ Afin d'avoir une démarche la plus cohérente possible, l'intégration de certains indicateurs nécessitera donc d'associer plusieurs autres organismes d'observations tels que AIRPARIF, BRUITPARIF ou encore ROSE (Réseau d'Observation Statistique de l'Energie) travaillant de manière indépendante à la Société du Grand Paris (ce qui aura par ailleurs pour effet de renforcer de nouveau la fiabilité de l'étude tout en proposant une démarche globale).

Définition d'indicateur

L'OCDE⁶⁹ définit un indicateur comme *"un paramètre ou une valeur dérivée de paramètres donnant des informations sur un phénomène. La portée de l'indicateur dépasse les propriétés directement associées à la valeur du paramètre. Les indicateurs ont une signification synthétique et sont élaborés pour un besoin spécifique."*

Un indicateur traduit donc une situation ou une évolution de façon synthétique : il réduit le nombre de mesures ou de paramètres nécessaires pour rendre compte d'une situation. Un indicateur simplifie le processus de communication de l'information : il favorise l'expression des enjeux et leur communication.

L'objectif premier d'un indicateur n'est donc pas de décrire la réalité d'une situation avec précision mais d'offrir une information reproductible dans le temps qui permette de suivre les évolutions.

☞ Les indicateurs ne constituent pas une analyse de la situation mais une information qui alimente l'analyse et la réflexion.

⁶⁹ OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

Définition d'un bon indicateur

Un indicateur doit :

- donner une image représentative de l'état de l'environnement, des pressions qui s'exercent sur lui ou des réponses de la société aux atteintes portées à l'environnement ;
- signaler les domaines où des modifications sont à faire ;
- aider à la prise de décision : les décideurs ont besoin d'informations claires et concises sur l'état des territoires ;
- constituer une composante essentielle de l'évaluation ;
- sensibiliser les décideurs, les acteurs de la société civile, la population ;
- être facile à interpréter, et permettre de dégager des tendances et des enjeux ;
- refléter les modifications et les évolutions de l'environnement, ainsi que des activités humaines qui provoquent ou concourent à ces évolutions ;
- permettre d'établir des comparaisons avec d'autres territoires pour aider ces derniers à connaître leur état d'avancement ;
- reposer sur une définition qui fait l'objet d'un consensus scientifique et social ;
- contribuer à un système de prévision et d'information ;
- être accompagné d'une documentation adéquate ainsi que des informations permettant d'en comprendre la portée et les limites ;
- être actualisé à intervalles réguliers selon des procédures fiables et définies.

☞ Huit critères essentiellement pour la définition d'un indicateur :

- **Pertinence - Faisabilité - Fiabilité - Lisibilité - Cohérence - Adoption concertée - Disponibilité - Caractère actualisable**

Catégories d'indicateurs retenues

Les catégories d'indicateurs retenues sont les suivantes:

- Indicateurs relatifs au secteur des transports et de la mobilité (offre de transport, demande de transport...).
- Indicateurs de suivi inhérents à la thématique de l'air
- Indicateurs de suivi de l'impact du projet sur les nuisances sonores

Principaux modes de recueil des données de suivi

Ces données devront être recueillies de préférence de manière « directe », c'est-à-dire via la réalité objective du terrain (limitant les travaux de type « modélisation »), diverses possibilités de recueil de ces données d'études s'offre alors selon une méthodologie reproductible (sur base de normes précises):

★ *Méthode d'acquisition des données traitant des questions de mobilité*

❖ *Méthode de recueil axé sur la demande :*

- Enquêtes Origine-Destination réalisées sur le réseau ou auprès des générateurs de déplacements (via des entretiens de type « semi-directifs »). Les « enquêtes cordon » peuvent également constituer une solution envisageable.
- Enquêtes de satisfaction.
- Enquêtes sur les préférences déclarées et révélées.

❖ *Méthode de recueil axé sur l'offre :*

- Inventaires du réseau routier.
- Comptages du trafic (ou « relevés du trafic ») en précisant le taux d'occupation des véhicules tout en réalisant une distinction entre transports collectifs, véhicules particuliers et poids lourds.
- Enquêtes de dénombrement pour les transports collectifs.
- Enquêtes sur la vitesse de circulation
- Observations, mesures et calculs réalisés dans les parties concernées au sein d'enquêtes à plus grande échelle (de type ENT, EGT ou EMD⁷⁰).

★ *Méthode d'acquisition des données traitant des questions environnementales :*

- Observations et mesures de terrain.
- Dans une approche pouvant être qualifiée de plus indirect, on peut se baser sur la cartographie régionale du bruit ainsi que sur les mesures chiffrées d'émissions et de concentration en Ile-de-France de la part d'organismes spécialisés et reconnus (AIRPARIF).

En dessous de chaque indicateur est indiqué (en italique), dans la mesure du possible, des sources recueillant ces données permettant de comparer voire de calibrer les données observés sur le terrain en fonction évidemment de la méthodologie utilisée par les organismes en question pour obtenir ces indices.

⁷⁰ ENT : Enquête Nationale Transport / EGT : Enquête Global de Transport / EMD : Enquête Ménages Déplacements.

V.2 Proposition d'Indicateurs pour l'évaluation environnementale

V.2.1 Changement climatique et énergie propre

Indicateur	Unité	Définition et précisions	Objectifs Europe et Grenelle I	Exemples de sources
Emissions de gaz à effet de serre et qualité de l'air				
Emissions de CO ₂ en Île-de-France par an	Tonnes équivalent CO ₂ (T eq CO ₂)	En France, en 1990 : 144 millions de tonnes équivalent CO ₂ émises	Objectifs Europe : - 20% d'émission de GES d'ici 2020 (par rapport à 1990) Objectifs Grenelle : diviser par quatre les émissions de GES d'ici 2050 (par rapport à 1990)	
Concentration du CO ₂ en Île-de-France		Par zone, par tranche horaire		Stations d'enregistrement ou de mesures de type AASQA) ⁷¹ .
Emissions de gaz à effet de serre (GES) par habitant et par an	T eq CO ₂ /hab/an	Emissions totales et par secteur Par zone, par tranche horaire		CITEPA, INSEE
Part des émissions GES d'IdF dans les émissions nationales				CITEPA
Emissions de GES par les transports	Teq CO ₂		Objectifs Grenelle : - 20% d'ici 2020	
Emissions de principaux polluants atmosphériques liées au trafic routier en Île-de-France	Tonnes/km ²	Polluants = particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10), oxydes d'azote (NOX), SO ₂ , benzène Par zone, par tranche horaire		Airparif
Concentration annuelle moyenne des polluants majeurs (SO ₂ , NO ₂ , PM10, benzène) en Île-de-France	µg/m ³	Par zone, par tranche horaire		
Dépassements annuels des seuils d'information et d'alerte du public	nombre			

⁷¹ Réseau National des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air.

Indicateur	Unité	Définition et précisions	Objectifs Europe et Grenelle I	Exemples de sources
Occurrence de l'indice ATMO médiocre à très mauvais (6≤indice≤10)	Jours par an (j/an)	Indice national obligatoire sur l'ensemble du territoire national depuis janvier 2000 (de 1 à 10). Il permet de caractériser la pollution atmosphérique moyenne quotidienne.		ADEME
Nombre de jours de dépassement du seuil d'information Ozone	Jours/an (j/an)	Seuil d'information Ozone : Ozone > 180 µg/m³/h		
Part de la population concernée par le dépassement des objectifs ou des normes de qualité de l'air pour les principaux polluants (ozone, NO2, particules fines, benzène...)	%	Par zone, par tranche horaire		AIRPARIF, IAU
Consommation énergétique				
Suivi des cours des carburants en Ile-de-France	Euros			
Evolution des ventes de carburants en Ile-de-France				
Consommation d'énergie dans les transports par habitant		Modes de transports : rail, route, transport aérien national et international, navigation intérieure et cabotage, à l'exception du transport maritime et des pipelines		
Consommation électrique par habitant (énergie primaire)	KWhep/hab/an			
Production énergétique				
Part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale	%	Energies renouvelables : hydraulique, éolien, solaire photovoltaïque et thermique, géothermie, déchets urbains, bois-énergie, résidus de récolte, biogaz, pompes à chaleur et biocarburants	Objectifs Europe : 20% Objectifs Grenelle : 23%, d'ici 2020	

☞ D'autres indicateurs pouvant être caractérisés comme « moins direct » peuvent néanmoins avoir un intérêt vif pour le suivi des incidences du projet notamment pour le CO₂, c'est le cas principalement du calcul d'émission de CO₂.

V.2.2 Biodiversité et ressources naturelles

Indicateur	Unité	Définition et précisions	Objectifs Europe et Grenelle I	Exemples de sources
Occupation du sol/Gestion de l'espace				
Taux d'occupation artificielle des sols	%	= Zones urbanisées (tissu urbain continu, discontinu, bâti diffus), les zones industrielles ou commerciales, réseaux routier et ferroviaire, les réseaux de communication et espaces associés, les zones portuaires, les aéroports, les extractions de matériaux, les décharges et chantiers, les espaces verts urbains, les équipements sportifs et de loisirs	Objectifs Grenelle : gestion économe de l'espace	MOS - ECOMOS
Surface d'espaces agricoles, boisés et naturels consommés par l'urbanisation	Hectares par habitant (ha/hab)			MOS - ECOMOS
Biodiversité				
Indice d'abondance des populations d'oiseaux communs		Indice de variation d'abondance (variation annuelle du nombre d'individus) sur la période considérée (1989-2008) pour 65 espèces communes d'oiseaux nicheurs en France		

☞ Pour le volet faune-flore-milieus naturels, des suivis sur des secteurs à enjeux concernés par le projet seront nécessaires, ainsi que des suivis spécifiques sur des espèces de faune et/ou de flore patrimoniales. Ils permettront de s'assurer de la viabilité des populations. Des inventaires seront donc à réaliser avant le lancement du projet, l'année de la remise en état puis l'année n+1 et n+2, n+5 et n+10.

V.2.3 Transports et mobilité durables

Les indicateurs listés ci-dessus peuvent, par la suite, être subdivisés de manière à bénéficier de données par type de voiries, en fonction de la période de la journée ou encore par zone géographique. Enfin la question du niveau de désagrégation à laquelle ces données doivent être recueillies est également un élément crucial qui déterminera fortement le niveau de précision de ces données⁷².

Indicateurs liés à l'offre de transport

1. Etude d'éléments directement liés aux migrations pendulaires : évolution de la population (par CSP, classe d'âge...) ainsi que de la distribution spatiale des emplois et de la population).
2. Parc de véhicules de transport public (nombre, consommation énergétique, capacité, normes techniques et d'émissions...) par mode de transport⁷³.
3. Parc de véhicules particuliers (nombre, consommation énergétique, capacité, normes techniques et d'émissions...) par mode de transport.
4. Infrastructures et services de transport (infrastructures réservées, exploitant et mode d'exploitation) par type de voirie.
5. Caractéristiques des infrastructures de transport public en IdF (longueur, capacité, fréquence de desserte, fréquentations, itinéraire et arrêts desservis...) par type de voirie⁷⁴ et par mode de transport.
6. Durée de trajets des principales liaisons pour lesquelles des gains de temps étaient annoncés.⁷⁵
7. Infrastructure de stationnement (capacité, tarification, distribution spatiale) par type de stationnement (hors voirie ou en voirie, libre, payant ou avec des restrictions, résidentiel ou non...)
8. Tarification des péages et des tickets de transports (*billettique*).

⁷² Cette remarque est évidemment valable pour les catégories d'indicateurs suivantes.

⁷³ Les catégories de mode de transport pourrait reprendre le classement suivant : vélo - marche à pied - transports collectifs - poids lourds - véhicules particuliers. Le transport combiné « VP + parking-relais » peut aussi constituer une catégorie à prendre en compte dans les années à venir.

⁷⁴ Les types de voiries peuvent-être divisés comme suit : voies de transit, artérielles, de distribution et de desserte

⁷⁵ Sont déjà fixé : Desserte en 30 minutes maximum de Roissy CDG - La Défense, Roissy CDG - Saint-Lazare et de Saclay - La Défense. En 20 minutes de Orly - Gare de Lyon.

Indicateur	Unité	Définition et précisions	Objectifs Europe et Grenelle I	Exemples de sources
Offre de transport				
Parc de véhicules de transports publics		Par mode de transport		
Parc de véhicules particuliers		Par mode de transport		
Infrastructures et services de transport		Par type de voirie		
Durée de trajets des principales liaisons inter-pôle				
Part modale des transports collectifs dans les déplacements totaux				
Distances parcourues par les voyageurs (Km)		Par mode de transport		
Débit routier journalier moyen				
Nombre de déplacements journaliers totaux et en transport collectifs		Par mode de transport, par ligne		
Véhicules-km		Par mode de transport, par tranche horaire, par ligne		
Voyageurs-km				
Voyageurs-heure				
Fréquentation du réseau ou d'une ligne		Tranche horaire, CSP, classe d'âge		
Nombre de correspondances		Par mode de transport		
Demande de transport				
Part modale des transports collectifs dans les déplacements totaux de voyageurs (journaliers)				IAU IdF, DREIF, EGT
Part modale de chaque mode de transports en commun au sein de l'ensemble des voyageurs journaliers se déplacements en transports collectifs.				
Distances parcourues par les voyageurs (par mode de transport) en distinguant chaque classe de distance. Indicateur témoin de				IAU IdF, DREIF, EGT

Indicateur	Unité	Définition et précisions	Objectifs Europe et Grenelle I	Exemples de sources
l'étalement urbain				
Distances parcourues par les marchandises (par mode) hors trafic international et transit ⁷⁶ en milliard de tonnes/Km				Systeme d'information sur les transports de marchandises SitraM
Débit routier journalier moyen exprimée en circulation totale				
Nombre de déplacements journaliers effectués (sur l'ensemble du réseau, par ligne ou par mode de transport).				
Nombre de déplacements effectués par familles de chaînes d'activités et par mode de transport.				
Tonnes de marchandises transportées par jour (par période de la journée ⁷⁷)				
Nombre de véhicules en circulation c'est-à-dire de véhicules-km ⁷⁸ produits				
Nombre de personnes se déplaçant c'est-à-dire de voyageurs-km				
Nombre de voyageurs-heure				
Etude des relations de flux (macrozones d'origine et de départ des déplacements quotidiens)				EGT
Fréquentation des transports publics en fonction de la catégorie socioprofessionnelle ou de l'âge (via comptages).				
Qualité de service				
Durée de trajets porte-à-porte entre les pôles majeurs		la distribution spatiale des Origines-Destinations peut se faire en fonction des types de relations ou de la zone géographique		
Durée des trajets de rabattement à pied*.				
Durée des temps d'attente aux principales stations du réseau francilien				

⁷⁶ Norme utilisé lors de l'élaboration des indicateurs de suivi du Schéma Directeur de la région Île-de-France, SDRIF, 2008.

⁷⁷ La distinction peut ne concerner que la différence entre les heures de pointe du matin et du soir et les heures creuses.

⁷⁸ Pour les indices « voyageurs-km », « véhicules-km » et « voyageurs-km » peuvent être réalisés en fonction du mode de transport, de la classe horaire ou encore pour partie ou ensemble du réseau.

Indicateur	Unité	Définition et précisions	Objectifs Europe et Grenelle I	Exemples de sources
Nombre de correspondances prises pour un trajet moyen selon son Origine – Destination*. Régularité des temps de trajets et des horaires de passage* Evolution de l'accessibilité aux transports collectifs aux personnes à mobilité réduite				

Des enquêtes de type « enquête de satisfaction » pourront ici s'avérer pertinente pour répondre à ce type d'interrogations.

Pour l'ensemble de ces catégories, des comptages ainsi que des enquêtes sur le terrain seront sans doute nécessaires pour compléter les différentes sources de données concrètes utilisées jusqu'à présent (Enquête Nationale de Transport, Enquête Ménages Déplacements, Enquête Globale de Transport réalisée généralement tous les 7 à 10 ans, IAU IDF, DREIF, ADEME).

V.2.4 Santé publique, nuisances et risques

Des documents établis par des organismes spécialisés tel que BRUITPARIF sur la base de mesures et d'études concrètes peuvent également constitués des sources de données fiables à intégrer dans le dispositif de suivi des incidences du projet à moyen ou long terme sur l'environnement.

C'est le cas notamment de :

- Cartographie régionale du bruit. *Données : IAU, BRUITPARIF, Observatoire du bruit de la ville de Paris.*
- Cartes stratégiques de **BRUITPARIF**.

Indicateur	Unité	Définition et précisions	Objectifs Europe et Grenelle I	Exemples de sources
Bruit				
Stations de mesures permanentes du bruit				BRUITPARIF
Part de la population concernée par les « points noirs » du bruit	%			BRUITPARIF
Population exposée aux nuisances près des grandes infrastructures de transport comme par exemple les aéroports	hectares			ADP
Linéaire d'infrastructures de transports traitées ou aménagés en Ile-de-France contre le bruit	Kilomètres linéaires			

V.2.5 Eau, Sol, Sous-sol

Indicateur	Unité	Définition et précisions	Objectifs Europe et Grenelle I	Exemples de sources
TOPOGRAPHIE				
Pente du Terrain Naturel au droit de l'emprise	m/m ou %	<p>La pente du terrain naturel est contraignante à partir d'une certaine valeur qui se définit en liaison avec les capacités du matériel retenu. Les classes suivantes peuvent être définies :</p> <p>De 0 à 5 % : pas de contrainte ni d'impact.</p> <p>De 5 à 20 % : contraintes moyennes et impacts indirects moyens.</p> <p>Plus de 20 % : contraintes fortes et impacts indirects forts (terrassements, ouvrages)</p>		<p>Carte IGN au 1/25000</p> <p>Plan topographique</p>
GEOLOGIE				
Présence de gypse au droit du tracé	Présence / Absence	<p>La présence de gypse est un facteur de contrainte dans la réalisation du projet et peut générer des impacts indirects.</p> <p>L'indicateur est de type présence / absence.</p>		<p>Cartes géologiques</p> <p>Coupes de sondages géologiques</p>
Présence d'anciennes carrières au droit du tracé	Présence / Absence	<p>La présence d'anciennes carrières est un facteur de contrainte dans la réalisation du projet et peut générer des impacts indirects.</p> <p>L'indicateur est de type présence / absence.</p>		<p>Cartes géologiques</p> <p>Coupes de sondages géologiques</p> <p>Inspection des Carrières (selon département)</p>
HYDROGEOLOGIE				
Présence d'un aquifère exploité au droit du tracé	Présence / Absence	<p>Cet indicateur a pour but de faire une évaluation générale de l'interférence entre le projet et la production d'eau potable.</p>	<p>SDAGE Seine-Normandie : Préservation de la ressource en eau</p>	<p>Cartes géologiques</p> <p>Cartes des aquifères</p>

Indicateur	Unité	Définition et précisions	Objectifs Europe et Grenelle I	Exemples de sources
Linéaire du tracé traversant le calcaire de Champigny	km	L'indicateur est du type présence / absence. Cet aquifère est très protégé et le fuseau interfère avec la strate géologique. Le linéaire de tracé est un moyen de mesurer l'incidence du projet sur l'aquifère : plus il est long, plus l'impact est fort, sachant que cet impact n'est pas compensable.	Europe 2015 SDAGE Seine-Normandie : Préservation de la ressource en eau Europe 2015	Cartes géologiques Cartes des aquifères
Densité de forages de 0 à 40 m de profondeur dans l'emprise du tracé	Unités/km ²	Le nombre de forages concernés par le tracé (sous-entendu : emprise de l'infrastructure et des ouvrages annexes) est un bon moyen d'évaluer l'impact du projet. Nous ne faisons pas de distinction d'usage, tous les usages ayant leur importance. La profondeur de 40 m a été choisie comme limite entre les indicateurs pour des raisons techniques de réalisation des forages.	SDAGE Seine-Normandie : Préservation de la ressource en eau Europe 2015	Banque de Données du Sous-Sol Cartes dédiées
Densité de forages de plus de 40 m de profondeur dans l'emprise du tracé	Unités/km ²	Cet indicateur est le complémentaire du précédent. L'impact signalé est encore plus fort car les ouvrages concernés sont en général liés à des usages stratégiques, en particulier la ressource en eau d'ultime secours. Par ailleurs ces forages sont des forages coûteux et difficiles à remplacer.	SDAGE Seine-Normandie : Préservation de la ressource en eau Europe 2015	Banque de Données du Sous-Sol Cartes dédiées
Qualité de l'eau des captages : part des captages où la qualité de l'eau est bonne à très bonne	%	La qualité de l'eau est définie officiellement par l'arrêté du 11 janvier 2007.	Objectifs Grenelle et Europe : 100%, d'ici 2015	Analyses d'eau Suivi sanitaire ARS
Quantité d'eau consommée par habitant au niveau de chaque forage	Litre par jour et par habitant (L/j/hab)	Cet indicateur permet le suivi de l'urbanisation et du type d'urbanisation : l'habitat pavillonnaire conduit à une consommation d'eau plus forte que l'habitat collectif	Objectifs Grenelle et Europe : 100%, d'ici 2015	Syndicats d'eau (SIAEP) SEDIF Délégataires (VEOLIA, Lyonnaise des Eaux)
EAUX SUPERFICIELLES				
Nombre d'intersections superficielles avec les cours d'eau	Unité	L'indicateur permet une évaluation globale de l'interférence projet réseau hydrographique	SDAGE Seine-Normandie Europe 2015	Carte IGN 1/25000
Linéaire de tracé en zone inondable	km	La zone inondable est la zone inondée en 1910	SDAGE Seine-Normandie Europe 2015	Carte IGN 1/25000 PPRI

Indicateur	Unité	Définition et précisions	Objectifs Europe et Grenelle I	Exemples de sources
Part des cours d'eau dont la qualité est bonne ou très bonne	%	La qualité d'un cours d'eau est définie à partie de la grille SEQ-Eau. Cela correspond aux classes Bleu et vert.	Objectifs Grenelle et Europe : 100%, d'ici 2015	Carte de qualité des cours d'eau Agence de l'Eau Seine Normandie Conseils Généraux
RESEAUX SOUTERRAINS				
Nombre d'intersections avec les réseaux souterrains	unités	Tous les types de réseaux doivent être pris en compte dans un rayon de 20 m autour de l'infrastructure : collecteurs, conduites de transport, tunnels		Plans des gestionnaires de réseaux DREAL, STIIC
SOLS POLLUES				
Nombre de sites BASIAS et BASOL présents dans le tracé	unités	Cela permet d'avoir une évaluation de l'ampleur de la problématique dans la conception du projet.		DREAL, STIIC

VI. Bibliographie

- BirdLife International (2004). *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. Cambridge, UK : BirdLife International. (BirdLife Conservation Series No. 12.).
- Biotope (2006). *Etude d'incidence sur les milieux naturels du Parc de la Courneuve* - au regard de la Directive européenne du 02 avril 1979 n° 79/409/CEE concernant la conservation des oiseaux, RFF, SNCF, 42 p., disponible sur http://www.tangentielleord.fr/pieceH_Annexe1.pdf
- CESE, CNIS & MEEDDM (Janvier 2010) - Actes de la Conférence nationale sur les indicateurs de développement durable. Annexes. Propositions d'indicateurs.
- Commissariat général au développement durable (MEEDDM) (Mars 2009). *Référentiel pour l'évaluation des projets territoriaux de développement durable et agendas 21 locaux*. Version expérimentale.
- DIREN Ile-de-France (2007). *Orientations Régionales de Gestion de la Faune sauvage et de ses Habitats (ORGFH) d'Ile-de-France*. 269 p, Disponible en ligne sur <http://www.ile-de-france.ecologie.gouv.fr/spip.php?article306>.
- DREAL Rhône-Alpes (2010). *Grille d'analyse enjeux - Impacts - Mesures : les projets routiers*, CETE de Lyon, Version du 12/03/2010, 5 p. Disponible en ligne sur http://www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/grille_impacts_mesures_infras_routieres_cle09c1ce.pdf
- IAURIF (2006). *Etude exploratoire sur la notion de « zone calme » en Ile-de-France*, Novembre 2006.
- Kruidering, A. M., G. Veenbaas, R. Kleijberg, G. Koot, Y. Rosloot, and E. Van Jaarsveld. (2005). *Leidraad faunavoorzieningen bij wegen*. Rijkswaterstaat, Dienst Weg-en Waterbouwkunde, Delft, The Netherlands.
- LE MARECHAL P., LESAFFRE G. (2000). *Les Oiseaux d'Ile-de-France*. L'avifaune de Paris et sa région. Ed. Delachaux et Niestlé. 343 p.
- LOI N° 2009-967 DU 3 AOUT 2009 DE PROGRAMMATION RELATIVE A LA MISE EN ŒUVRE DU GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT (1). VERSION CONSOLIDEE AU 06 AOUT 2009.
- MELKI F. (2002). *Guide sur la prise en compte des milieux naturels dans les études d'impact*, DIREN Midi-Pyrénées, 75 p.
- RÉSEAU DES AGENCES D'URBANISME DE LA FAÇADE MÉDITERRANÉENNE (Avril 2009). *Contribution à l'évaluation des performances des territoires de Scot aux objectifs de développement durable*. Référentiel d'indicateurs-Premiers résultats-Document provisoire.
- Réseau des Agences Régionales de l'Energie et de l'Environnement (RARE) - *Cahier Technique Déchets-Indicateurs-Méthodologie-Références*.
- SETRA (2008). *Routes et chiroptères* - Etat des connaissances, Rapport bibliographique, Collection « Les rapports », 253 p.
- Tangentielle Nord [En ligne]. SNCF, 2006. Disponible en ligne sur <http://www.tangentielleord.fr/home.asp>
- La Tangentielle Nord à La Courneuve et Dugny [En ligne]. SNCF. Disponible sur http://www.tangentielleord.fr/fiche_7.pdf
- ZUCCA M., JULIARD R. (2008). *Connectivité et corridors biologiques en Seine-Saint-Denis*, Utilisation de l'espace urbain par des Mésanges charbonnières et des

Fauvettes grisettes déplacées, MNHN, Conseil Général de Seine-Saint-Denis, 31 p.
http://natura2000.wallonie.be/CatalogueNAT2000_Oiseaux_PDF/Cat_NAT2000_Martin_pecheur.pdf

http://www.idf.pref.gouv.fr/actu/dossiers/2006/A4_A86_CDG_Express/panneau_x.html

<http://www.cdgexpress.equipement.gouv.fr/>

<http://www.stif.info/information-communication/communication/nos-publications/plaquette-arc-express-2914.html>

<http://www.tangentielleouest.fr/>

VII. Annexes

La liste des différents intitulés du MOS regroupés dans ces deux catégories (habitat/activité) est présentée en annexe II.1.1.

<i>Annexe V.3.1 : Notions acoustiques et indicateurs de bruit</i>	<i>I</i>
<i>Annexe V.3.2 : Indices utilisés dans le présent rapport</i>	<i>III</i>
<i>Annexe V.3.3 : Annexe méthodologique</i>	<i>V</i>
<i>Annexe 1. Annexe V.3.4 : Données transmises par le maître d'ouvrage pour les besoins des études acoustiques dans le cadre de l'évaluation environnementale</i>	<i>XIII</i>
<i>Annexe 2. XIII</i>	
<i>Annexe 3. Annexe V.3.5 : Méthodologie de calcul - Bruit du métro</i>	<i>XVI</i>
<i>Annexe 4. Annexe V.3.6 : Estimation de la population exposée au bruit en 2035 avec et Sans projet (période de jour)</i>	<i>XVIII</i>
<i>Annexe 5. Annexe V.3.7 : Autres mesures de réduction du bruit</i>	<i>XIX</i>
<i>Annexe 6. XXVI</i>	
<i>Annexe 7. Annexe III.6.7-3a : Modélisation de la connectivité du paysage à l'échelle du département (tiré de ZUCCA M. et JULLIARD R., 2008)</i>	<i>XXVII</i>
<i>Annexe 8. Annexe III.6.7-3b : Modélisation de la connectivité du paysage à l'échelle du département selon un scénario de disparition des friches (tiré de ZUCCA M. et JULLIARD R., 2008)Annexe III.6.6 : Liste des projets pris en compte pour l'évaluation des impacts cumulés</i>	<i>XXIX</i>
<i>Annexe 8. Annexe III.6.6 : Liste des projets pris en compte pour l'évaluation des impacts cumulés</i>	<i>XXX</i>
<i>Annexe 9. XXX</i>	
<i>Annexe 10. Annexe III.6.7-1 : Fiche espèce des oiseaux traités</i>	<i>XXXI</i>
<i>Annexe 11. XXXI</i>	
<i>Annexe 12. Annexe III.6.7-2 : Impact sonore des infrastructures de transport sur les entités du site Natura 2000 traitées</i>	<i>XLIII</i>

Annexe 1. Annexe V.3.1 : Notions acoustiques et indicateurs de bruit

- **L_p** : Niveau de pression acoustique donné à une distance de la source et perçu en ce point; il s'exprime en dB ou dB(A).
- **L_w** : Niveau de puissance acoustique caractérisant l'appareil et servant de base de calcul pour déterminer une pression à une distance donnée ; il s'exprime en général en dB(A) et ne dépend pas de la distance : c'est une valeur intrinsèque à la source.
- **Perception oreille** : L'oreille humaine est capable de percevoir des sons compris entre 0 dB (seuil d'audibilité) et 120 dB (seuil de la douleur) et de fréquences comprises entre 20 Hz (sons graves) à 20 000 Hz (sons aigus).
- **Pondération A** : Les niveaux sonores mesurés en dB font souvent l'objet d'une correction fréquentielle afin de tenir compte des caractéristiques de l'oreille humaine qui ne perçoit pas les fréquences de manière linéaire. Ce « filtre » corrige donc le niveau linéaire mesuré par le microphone et permet ainsi d'évaluer au mieux la gêne sonore réelle perçue par les personnes.
- **Fréquences et spectres** : La fréquence définit la hauteur d'un son : plus la fréquence est basse, plus le son sera grave. A l'inverse plus la fréquence s'élève, plus le son sera aigu.

Un bruit est défini par son niveau sonore (L_p) et par ses caractéristiques fréquentielles. Le spectre d'un bruit est le résultat de l'ensemble des fréquences constituant ce bruit.

Comme l'oreille humaine suit naturellement une règle logarithmique pour la distinction des fréquences, des échelles logarithmiques sont utilisées pour la définition des spectres, elles sont appelées bandes de fréquences.

Les échelles les plus couramment utilisées sont les bandes d'octaves, les bandes de 1/3 octaves et les bandes de 24^{ème} d'octave.

- **Bruit ambiant** : Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées (valeur L_{tot} ou L_{ambiant})
- **Bruit particulier** : Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est objet d'une requête (valeur L_{part}, L_{sp} ou L_{Ar,t})
- **Bruit de fond / résiduel** : C'est le niveau de pression acoustique moyen du bruit d'ambiance à l'endroit et au moment de la mesure en l'absence du bruit particulier considéré comme perturbateur (valeur L_f ou L_{bdf}). En général le LA95 ou le LA90 définissent de manière significative le niveau de bruit résiduel d'un site.
- **Bruit initial** : Bruit ambiant en un emplacement avant toute modification de la situation existante.

- **Emergence** : Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier, soit la différence entre le niveau de bruit ambiant avec bruit particulier et le niveau de bruit résiduel constaté.
- **Indices statistiques** : Il s'agit de données statistiques calculées à partir des valeurs de LAeq. Elles permettent d'extraire les valeurs de niveaux de bruit atteints pendant x% de la durée de l'observation.

-

LA10 : Niveau sonore atteint ou dépassé pendant 10 % du temps d'observation

LA50 : Niveau sonore atteint ou dépassé pendant 50 % du temps d'observation

LA90 : Niveau sonore atteint ou dépassé pendant 90 % du temps d'observation

LA95 : Niveau sonore atteint ou dépassé pendant 95 % du temps d'observation

Le LA90 et/ou LA95 sont les indices les plus couramment utilisés pour évaluer le bruit résiduel (ou bruit de fond)

- **Intervalle de base** : En général pour les bruits en environnement la durée de l'intervalle de base est fixée à 1 h.
- **Intervalles de références** : Intervalles de temps reconnus pour caractériser une situation acoustique et pour déterminer de façon représentative l'exposition au bruit des personnes. Ils sont donnés en fonction des périodes fixées selon les valeurs guides ou des périodes réglementaires.
- **Intervalles de mesurage** : Intervalle de temps au cours duquel la mesure est effectuée.
- **Niveau sonore de constat LAeq, constat** : Niveau sonore équivalent pondéré A reflétant la situation acoustique pendant le mesurage.

Annexe 2. Annexe V.3.2 : Indices utilisés dans le présent rapport

- **Le niveau sonore équivalent Leq,T en dB :** Que ce soit pour un bruit stable ou fluctuant ce niveau est équivalent, d'un point de vue énergétique, à un bruit permanent et continu qui aurait été observé au même point de mesure et durant la même période. Le niveau acoustique équivalent correspond donc à une « dose de bruit » reçue pendant une durée de temps déterminée.

Il est le résultat du calcul de l'intégrale des niveaux sonores relevés à intervalles réguliers (échantillonnage de 1,2,...n fois par seconde) et pour une période donnée, t (10 min, 1 heure, 24 h, ...).

Si l'échantillonnage a été effectué avec une pondération A, le niveau équivalent sera alors exprimé en dB(A) et symbolisé par $LAeq,T$.

Ce niveau est très régulièrement utilisé comme indice de gêne. On observe en effet, dans la pratique, une bonne corrélation entre cette valeur et la gêne auditive ressentie par un individu exposé au bruit.

Cependant cet indicateur ne considère pas les pics d'amplitude de courte durée observés durant la période considérée. C'est pourquoi, d'autres indices de type « événementiels » sont également utilisés.

- **Les indices fractiles Lx :** Le « niveau fractile » est exprimé en dB et est symbolisé par le paramètre Lx , où x est compris entre 0 et 100 (par exemple: $L10$, ..., $L90$, $L95$, ...). Il exprime le niveau sonore dépassé pendant le pourcentage de temps x (10%, ..., 90%, 95%, ...) par rapport à la durée totale de la mesure.

Comme pour les niveaux équivalents, les niveaux fractiles sont déterminés sur base de niveaux sonores relevés à intervalles réguliers (échantillonnage) et pendant une période donnée. L'analyse statistique consiste à classer l'ensemble des échantillons ainsi récoltés en fonction de leur niveau et à calculer la durée, exprimée en %, où un niveau de bruit donné a été dépassé. Les valeurs $L1$ et $L5$ caractérisent généralement les niveaux de pointes et permettent de prendre en compte la caractéristique d'émergence forte de certains bruits tandis que les valeurs $L90$ et $L95$ caractérisent les niveaux de bruit de fond.

Si l'échantillonnage a été effectué avec une pondération A, les niveaux fractiles seront alors exprimés en dB(A) et symbolisés par LAx .

- **Les indices de gêne définis par la « directive bruit 2002/ 49/ CE »**

Au niveau européen, la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit ambiant a défini différents indices globaux, en particulier le **Lden** qui représente le niveau moyen annuel sur 24h et qui est défini par la formule suivante :

$$L_{den} = 10 * \log \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{Levening+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{Lnight+10}{10}} \right)$$

avec :

Lday le niveau de bruit moyen annuel représentatif d'une journée (LAeq (7h-19h))

Levening le niveau de bruit moyen annuel représentatif d'une soirée (LAeq (19h-23h))

Lnight le niveau de bruit moyen annuel représentatif d'une nuit (LAeq (23h-7h))

On remarque que dans ce calcul les niveaux moyens de soirée Levening et de nuit Lnight sont augmentés respectivement de 5 et 10 dB(A) par rapport au niveau de jour Lday. En d'autres termes, le Lden est associé à la gêne acoustique globale liée à une exposition au bruit de longue durée et tient compte du fait que le bruit subi en soirée et durant la nuit est ressenti comme plus gênant. Il est utilisé pour l'établissement de cartes de bruit stratégiques.

Le Lnight est également utilisé pour l'établissement de cartes de bruit stratégiques car il constitue un indicateur de bruit associé aux perturbations du sommeil.

Ces indicateurs sont particulièrement indiqués dans le cadre de sources de bruits continus comme le bruit du trafic routier.

Annexe 3. Annexe V.3.3 : Annexe méthodologique

★ Hypothèses méthodologiques

Formule simplifiée retenue

La formule générale de calcul des émissions sonores durant une période dt est la formule générale donnée par le guide du bruit des transports terrestres du CERTU (1980) :

$$L_{eq} = 20 + 10\log(Q_{VL} + EQ_{PL}) + 20\log(v) - 12\log(d+L_c/3)$$

avec

Q_{VL} : débit représentatif des véhicules légers, en véhicules par heure

Q_{PL} : débit représentatif des véhicules lourds, en véhicules par heure

E : facteur d'équivalence acoustique entre véhicules légers et véhicules lourds

v : vitesse en kilomètre/heure

d : distance récepteur au bord de plateforme en mètre

L_c : largeur de la chaussée en mètre

Remarque :

Normalement une différenciation aurait dû être faite entre les tissus ouverts et les tissus fermés (rues en U). Or, les niveaux sonores calculés ont tous été considérés comme étant à 2m en avant des façades, pour une propagation en champ libre, soit un profil en « tissu ouvert ».

Ce choix a été effectué pour plusieurs raisons :

- L'impossibilité d'associer les données bâti aux sections routières fournies, ce qui implique qu'il a été impossible de distinguer les voiries en forme de U de type « Tissu fermé » ni de définir la distance entre bâtiments pour les rues en U, donnée nécessaire pour évaluer les niveaux de bruit pour les rues en U.
- Des simulations pour plusieurs types de trafic et plusieurs configurations ont été réalisées avec le logiciel Cadnaa (logiciel de cartographie sonore) et sous Excel qui ont montré que les résultats en tissu ouvert avec dernière réflexion sur le bâti sont très proches de ceux obtenus en tissus fermés (< 3 dB(A) de différence) et sont voir même souvent supérieurs aux estimations rue en U pour des vitesses > 50 km/h.

En outre, compte tenu du nombre très élevé de tronçons à étudier (plus de 20 000) et de notre volonté de calculer des courbes isophoniques (et non le bruit en façade des bâtiments), la capacité du logiciel et les contraintes de durées de calculs nous ont obligées à simplifier les calculs, en n'utilisant qu'une seule formule pour la totalité de la zone étudiée (+ de 1600km²) et en simplifiant cette hypothèse.

Le modèle réalisé n'étant donné qu'à une précision de +/- 5 dB(A) près, la tolérance de 3 dB(A) de la simplification proposée nous semble donc tout à fait raisonnable.

Indices calculés

Dans un premier temps, les indicateurs de bruit utilisés sont L_{night} et L_{den} .

L'indicateur pondéré $L_{day}e_{vening}n_{ight}$ représente le niveau moyen annuel sur 24h et est défini par la directive européenne 2002/49/CE⁷⁹ de la manière suivante :

$$L_{den} = 10 * \log \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$$

avec

L_{day} : niveau acoustique équivalent sur la période de 6h à 18h (LA_{eq} (6h-18h)) ;

$L_{evening}$: niveau acoustique équivalent sur la période de 18h à 22h (LA_{eq} (18h-22h)) ;

L_{night} : niveau acoustique équivalent sur la période de 22h à 6h (LA_{eq} (22h-6h)).

Cet indicateur a été choisi, d'une part, parce qu'il répond à la réglementation européenne en vigueur et, d'autre part, car il est représentatif de la gêne sonore subie par les riverains provenant d'une source de bruit continue comme le trafic routier. En effet, le L_{den} tient compte du fait que le bruit subi en soirée et durant la nuit est ressenti comme plus gênant. En cela, cet indicateur est adapté à l'établissement de cartes de bruit stratégiques.

Toutefois, au cours de l'étude nous avons constaté que la réglementation française ne précisait pas les valeurs limites pour ces périodes mais pour les périodes LA_{eq} jour (6h-22h) et LA_{eq} nuit (22h-6h). Ceci nécessitait à chaque fois de faire une correction pour évaluer le L_{den} correspondant, soit une complication de la démarche. Aussi, dans un souci de cohérence par rapport à la réglementation française et en particulier le classement des voies, il a été décidé de considérer au final les indices LA_{eq} jour (6h-22h) et LA_{eq} nuit (22h-6h).

Hypothèses relatives au milieu de propagation

Aucune distinction n'a été faite concernant le type de revêtement routier qui est considéré partout comme du béton bitumineux drainant.

Les conditions météorologiques (vent, humidité, température, etc.) sont considérées comme homogènes et correspondent à un niveau moyen annuel.

La topographie n'a pas été prise en compte, il est considéré une propagation en 2D.

Ne pouvant étudier l'impact du bâti, les courbes isophones ont été calculés sans considérer l'impact du bâti sur la propagation sonore. Ceci a donné dans un premier temps une surestimation très importante de l'impact des routes sur l'environnement. C'est pourquoi il a été décidé d'utiliser l'évaluation forfaitaire proposée dans l'annexe 6 du guide méthodologique pour la mise en place des observatoires bruits dans les départements (CERTU) pour évaluer le niveau sonore en façade pour des bâtiments en tissu ouvert soumis au bruit routier.

Celle-ci se base sur le niveau sonore de référence fixé par le décret relatif au classement sonore des

⁷⁹ Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement (communément appelée « directive sur le bruit dans l'environnement »)

infrastructures de transport terrestre relatif au classement sonore des infrastructures de transport terrestre et prend en compte, dans une certaine mesure, une atténuation supplémentaire à partir d'une distance supérieure à 50m de la voirie étudiée. Les formules ainsi considérées sont les suivantes :

Distance de la courbe isophone au bord de l'infrastructure en mètre	Niveau sonore forfaitaire jour LAeq (6-22h) En dB(A)	Niveau sonore forfaitaire jour LAeq (22-6h) En dB(A)
10 < d < 50	$LA_{eqref} - 8,5 \cdot \log(d) + 8,5$	$LA_{eqref} - 7,9 \cdot \log(d) + 7,9$
50 < d < 490	$LA_{eqref} - 16,6 \cdot \log(d) + 22,3$	$LA_{eqref} - 13,6 \cdot \log(d) + 17,6$

Hypothèses relatives aux récepteurs

La hauteur de la source de bruit par rapport au sol est par hypothèse constante à 4m afin de ne pas considérer de correction de hauteur.

La formule donnée pour un tissu ouvert considère une route infinie, ce qui est rarement le cas en situation réelle (présences récurrentes d'obstacles divers).

Normalement, une correction d'extension finie permet de prendre en compte ces obstacles et est calculée sur base d'un angle θ . Cet angle représente l'angle ou la somme des angles sous lequel la rue est « visible » pour le point récepteur.

Ce paramètre est trop compliqué à définir dans la présente étude du fait du nombre très important de tronçons routiers et l'impossibilité de travailler sur le bâti.

C'est pourquoi, la formule utilisée considère un angle θ maximum de 180° , ce qui signifie que notre modèle considère que la route est entièrement « visible » pour tous les bâtiments, soit une correction $10 \cdot \log(\theta/180)$ nulle.

Hypothèses relatives aux sources de bruits

Le modèle de transport « Modus » fournit des données de flux automobiles et des vitesses à l'heure de pointe du matin et du soir. Les flux et les vitesses ont été extrapolés à une journée complète moyenne annuelle⁸⁰ (TMJA) dont les intervalles sont définis par la formule précédente. Ces coefficients de correction s'appuient sur les données de comptage du réseau SIRIUS pour l'année 2003. Le réseau SIRIUS est cartographié à la figure III.3.1.a.

⁸⁰ Cf. point « analyse des émissions de polluants du trafic routier »

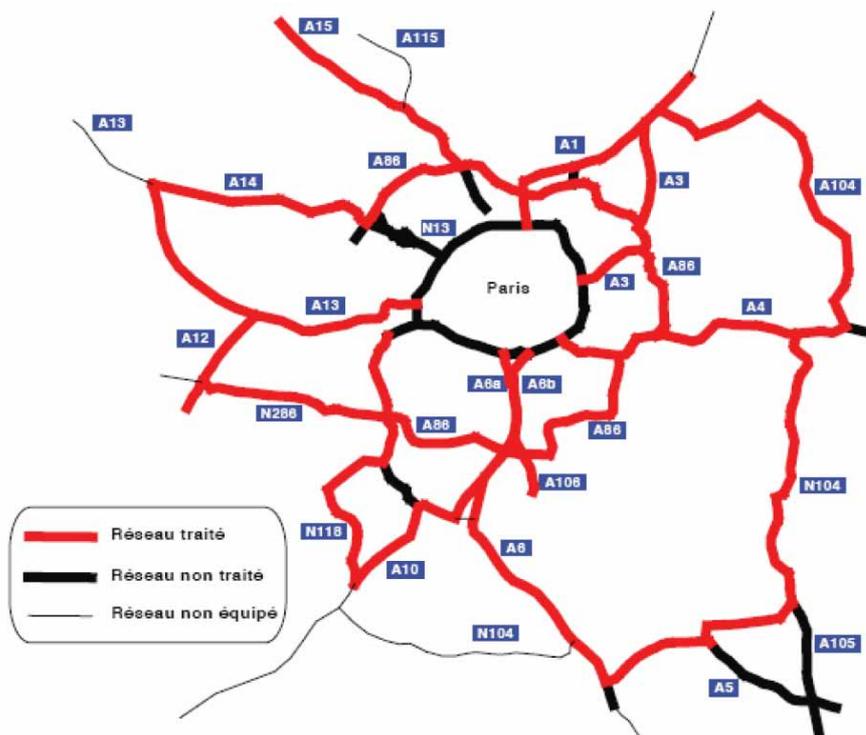


Figure III.3.1-1 : Les axes routiers du réseau SIRIUS (Source : Statistiques de trafic sur le réseau SIRIUS en 2003, DREIF, <http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr>)

Flux

La distribution horaire du trafic moyen journalier SIRIUS (Figure III.3.1.b.) a permis d'évaluer le trafic horaire pour chaque arc du réseau DREIF à partir de la valeur de son trafic à l'heure de pointe du matin (donnée issue du modèle DREIF).

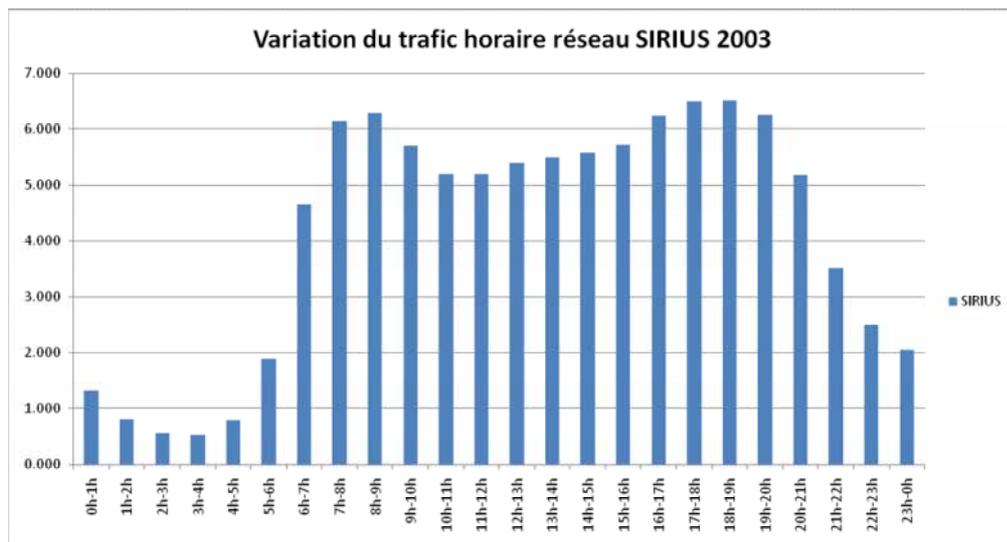


Figure III.3.1-2 : Répartition horaire du trafic journalier (%) (Source : Statistiques de trafic sur le réseau SIRIUS en 2003, DREIF, <http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr>)

Vitesse

La distribution horaire des vitesses moyennes issues du réseau Sirius (Figure III.3.1.c) a permis d'évaluer les vitesses moyennes sur les trois périodes de la journée pour chaque arc du réseau routier DREIF.

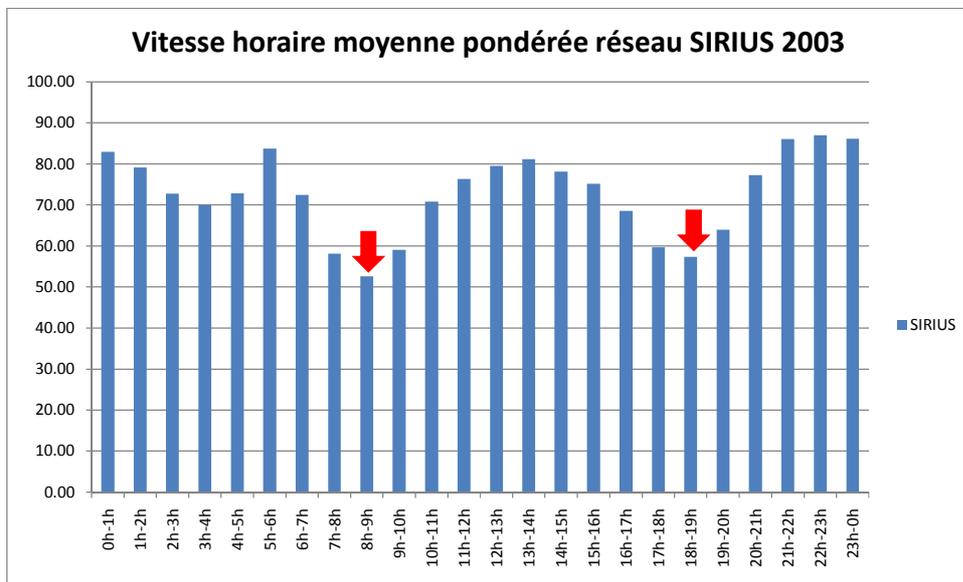


Figure III.3.1-3 : Evolution horaire des vitesses moyennes pondérées (Source : Statistiques de trafic sur le réseau SIRIUS en 2003, DREIF, <http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr>)

Par ailleurs, dans les zones rurales et péri-urbaines, l'écoulement du trafic a été considéré comme fluide. Afin de tenir compte du trafic pulsé sur certains axes routiers, une correction de +3 dB(A) a été apportée pour les rues où la vitesse est inférieure ou égale à 50km/h.

Carrefours

Le modèle ne prend pas en compte l'influence sonore cumulée de deux voies de circulation. A proximité des carrefours, les résultats sont donc sous-estimés par rapport à la réalité. Si dans la majorité des cas, cette différence est faible, l'erreur peut parfois être importante, notamment pour deux arcs aux flux de circulation importants.

Catégories de voie de circulation

Le modèle bruit est basé sur la typologie de voirie présentée ci-dessous. Pour chaque catégorie de voie de circulation, un facteur spécifique d'équivalence acoustique entre véhicules légers et véhicules lourds (E) a été calculé.

Tableau III.3.1-1 Equivalence numérotation DREIF et typologie de voie de circulation du réseau routier		
Numéro typologie DREIF	Description typologie DREIF	Catégorie de voie de circulation
7	Autoroutes	1 - voie de transit

13	Bd circulaire	
30	Autoroute d'insertion	
14	Périphérique	
27	Bretelles	2 - voie artérielle
5	GC voies intermédiaires	
12	PC voies intermédiaires	
6	GC routes à grande circulation	
26	VR	3 - voie de distribution
19	Bd des Maréchaux	
25	Voie de distribution	
3	GC voies de desserte	4 - voie de desserte
21	PC voies de desserte	
18	Limites du réseau modélisé	
20	Paris	

Correction Poids Lourds

Le facteur d'équivalence acoustique (E) permet de tenir compte de la différence acoustique entre les Poids Lourds (PL) et les Véhicules Légers (VL). Il est fonction de la vitesse de circulation et la pente de chaque voirie. Par souci de simplification, la pente a été considérée constante et égale à 0% :

Tableau III.3.1-2 Détermination du facteur d'équivalence acoustique E

<i>Catégorie de voie</i>	<i>E</i>
voie de transit	4
voie artérielle	7
3/4 - voie de distribution et de desserte	10

Résultats

Classification sonore des voiries

Les cartes de classement des voiries ont été réalisées sur base du décret n°95-21 du 9 janvier 1995 et de l'arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures terrestres et isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit, à partir de la formule définie dans la présente méthodologie.

Ces cartes permettent de définir pour chaque période de référence (jour 6-22h et nuit 22-6h) la catégorie de l'infrastructure sur base de leur niveau sonore de référence LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) calculé pour une distance de 10m par rapport à l'infrastructure avec prise en compte de la réverbération des bâtiments afin d'être équivalent à un niveau sonore en façade.

La largeur des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre des infrastructures routière peut ensuite être définie grâce au tableau suivant :

Niveau sonore de référence LAeq (6-22h) En dB(A)	Niveau sonore de référence LAeq (6-22h) En dB(A)	Catégorie de l'infrastructure	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
$L > 81$	$L > 76$	1	d = 300m
$76 < L \leq 81$	$71 < L \leq 76$	2	d = 250m
$70 < L \leq 76$	$65 < L \leq 71$	3	d = 100m
$65 < L \leq 70$	$60 < L \leq 65$	4	d = 30m
$60 < L \leq 65$	$55 < L \leq 60$	5	d = 10m

Cartes de courbes isophones

Les cartes de courbes isophones ont été calculées sans prendre en compte l'impact du bâti, ce qui surestime de manière importante le bruit pour les distances importantes par rapport à l'infrastructure routière étudiée.

C'est pourquoi ces dernières sont uniquement données à titre indicatif pour bien visualiser l'impact des voiries les plus bruyantes. Elles ne peuvent être considérées de manière locale mais peuvent être considérées de manière stratégique, à l'échelle de la Région.

Ces cartes sont donc à prendre avec précaution car ne sont pas « justes ».

Elles permettent entre autre de calculer par différence (situation 2035 avec et sans projet) la

réduction ou l'augmentation de surface impactée par le bruit et donc l'impact du projet sur la population.

Tableau III.3.1-3 Classification sonore des voiries		
	Niveaux sonore de référence L_{den}	Niveaux sonore de référence L_{night} (22h-6h)
A	> 75 dB(A)	> 70 dB(A)
B	70 à 75 dB(A)	65 à 70 dB(A)
C	65 à 70 dB(A)	60 à 65 dB(A)
D	60 à 65 dB(A)	55 à 60 dB(A)
E	55 à 60 dB(A)	50 à 55 dB(A)

Des cartes à échelle plus fine permettent d'illustrer les gains ou les pertes en termes de niveaux sonores en bordure de chaque voirie entre situation 2035 de référence et situation 2035 avec projet. On considérera des valeurs négatives pour une réduction du niveau sonore et positive pour une augmentation du niveau sonore. Le pas est de 1dB(A).

Effet sur la santé : Evaluation de l'exposition au bruit des personnes

Le croisement des isophones et des données de population et d'emploi par zones de trafic permet d'évaluer l'exposition de la population et des emplois par niveau de bruit, avec et sans projet. Le niveau de précision est fonction à la fois du modèle de calcul du bruit et des hypothèses prises pour localiser les populations et emplois en 2035. Ces hypothèses sont les mêmes que celles utilisées par le modèle « Modus » de la DREIF. Ces hypothèses sont discutées par ailleurs dans le chapitre III.1.2.

Annexe 4. Annexe V.3.4 : Données transmises par le maître d'ouvrage pour les besoins des études acoustiques dans le cadre de l'évaluation environnementale

Mission de préfiguration du Grand Paris

MEMO

Evaluation stratégique environnementale

Hypothèses de référence pour étude d'incidence acoustique du métro automatique

3 juin 2010

INTRODUCTION

Le présent mémo s'inscrit dans le cadre de l'évaluation stratégique environnementale du réseau de métro automatique du Grand Paris. Il a pour objet de préciser les hypothèses à prendre en considération en vue de l'étude des incidences en matière de bruit liées à la circulation du métro automatique en aérien (viaduc).

1. Matériel roulant

Le mode de roulement du réseau de métro automatique n'est pas arrêté. Toutefois, en première analyse des matériels roulants existants, les niveaux sonores émis par un matériel à roulement pneu sont systématiquement supérieurs à ceux émis par un matériel à roulement fer, toutes choses égales par ailleurs. En conséquence, pour les besoins de l'étude, il sera uniquement raisonné sur la base d'un **matériel roulant sur pneus**.

Le **spectre acoustique** à utiliser en donnée d'entrée figure en annexe (Source RATP). Le matériel roulant de référence correspond à des rames sur pneus de 8 voitures (**120 mètres de long**), composées comme suit : R-M-M-M-R-M-M-R (M : Motrices ; R : Remorques).

Le spectre correspondant à ce type de matériel a été extrapolé de mesures réalisées sur le matériel actuellement exploité sur la ligne 1 du métro parisien (**matériel MP89**), dont les rames comprennent 6 voitures (90 mètres de long) et sont composées comme suit : R-M-M-M-M-R. *Il conviendra de préciser dans l'étude que les simulations réalisées ne préjugent donc pas d'éventuels progrès technologiques en matière de réduction des impacts sonores qui pourront être réalisés sur des matériels de dernière génération.*

Le spectre acoustique est présenté pour **trois niveaux de vitesse** :

- 100 km/h
- 80 km/h
- 60 km/h

Le spectre figurant en annexe correspond à un tracé en alignement droit et à plat, sans aiguillage. Il sera appliqué, par défaut et en première approximation, aux tracés « tests » qui feront l'objet de l'étude d'incidence acoustique.

2. Caractéristiques d'insertion

Le type de structure à retenir est une **voie pneu sur pose directe béton**. Aucun dispositif anti-vibratile n'est à prendre en compte dans le cadre de l'étude.

Une **insertion en viaduc** sera prise en compte, sans dispositif particulier de protection acoustique (écrans ou autres). Le niveau du rail sera situé à environ **7-8 mètres au-dessus de la chaussée**.

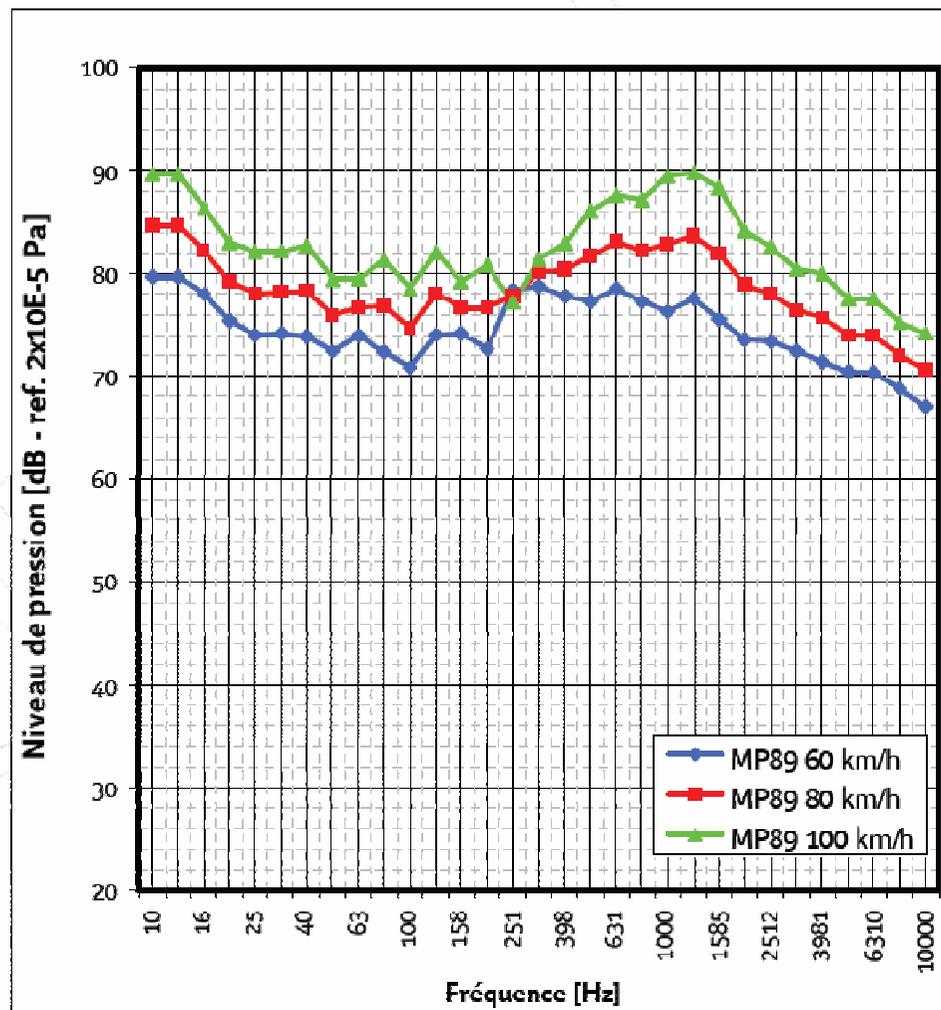
3. Offre de service

Le nombre de circulations du métro automatique à prendre en considération est le suivant (valeurs correspondant à une offre de service prévisionnelle aux **heures de pointe**), selon les secteurs pressentis pour les tracés « tests » qui feront l'objet de l'étude d'incidence acoustique :

- *secteur Nord-est (Pleyel < > Roissy) : 42 trains par heure et par sens*
- *secteur Nord-Ouest (La Défense < > Pleyel) : 21 trains par heure et par sens*
- *secteur Sud-est (Villejuif < > Noisy) : 36 trains par heure et par sens*

SPECTRE D'UNE RAME DE MP89 DE 8 VOITURES CIRCULANT A 60, 80 ET 100 KM/H

Frequence [Hz]	MP89 60 km/h	MP89 80 km/h	MP89 100 km/h
10	79,6	84,6	89,6
13	79,7	84,6	89,6
16	78,0	82,2	86,3
20	75,4	79,2	83,0
25	74,0	78,0	82,1
32	74,2	78,1	82,1
40	73,8	78,3	82,7
50	72,4	75,9	79,4
63	73,9	76,7	79,4
79	72,3	76,8	81,3
100	70,8	74,7	78,5
126	74,0	78,0	82,0
158	74,1	76,7	79,2
200	72,6	76,7	80,8
251	78,4	77,7	77,1
316	78,8	80,1	81,4
398	77,8	80,3	82,9
501	77,3	81,7	86,1
631	78,6	83,1	87,6
794	77,2	82,2	87,2
1000	76,3	82,9	89,5
1259	77,5	83,7	89,8
1585	75,5	81,9	88,3
1995	73,6	78,8	84,1
2512	73,4	78,0	82,6
3162	72,4	76,4	80,4
3981	71,4	75,7	80,0
5012	70,4	73,9	77,5
6310	70,3	73,9	77,5
7943	68,8	72,0	75,2
10000	67,1	70,6	74,2



Conditions de calcul : Hauteur de mesure : 0,75m, distance à la voie : MP : 1,91m. Spectres calculés pour un MP89 de 8 voitures sur la base des sources sonores identifiées par des mesures. Longueur du train : 120,04 m. Les vitesses de 60km/h et de 100 km/h sont extrapolées de mesures réalisées à 40km/h et 80km/h.

Annexe 5. Annexe V.3.5 : Méthodologie de calcul - Bruit du métro

Méthodologie

Le guide du bruit des transports terrestres (CERTU 1980) précise une méthodologie simple pour évaluer le bruit généré par un matériel ferroviaire à une distance donnée.

Pour un métro dit de « Grand Gabarit » comme le métro Grand Paris (jusqu'à 225m de long et une vitesse max de 100km/h), la formule pour évaluer le niveau LAeq sur la période que l'on souhaite, en fonction du trafic prévu de métro nécessite de connaître au moins le LAmix et le temps d'exposition au point récepteur.

Le LAmix en dB(A) se trouve avec la formule :

$$L_{max} = L_0 - 16\log(d/d_0) - k_d + 3$$

Avec :

L₀ : niveau sonore au passage d'un train pour une distance de référence de 7,5m, 15m ou 25m et une hauteur de 2m au-dessus de la voie

d : distance voie/récepteur en m

d₀ : distance de référence

k_d : correction de directivité (=0 si le récepteur se situe dans la zone d'ombre de 30°)

+ 3 : terme correctif en dB(A) applicable pour évaluer le bruit en façade (réverbération du bruit sur la façade)

Le temps d'exposition en seconde s'évalue de la manière suivante :

$$T_e = L/V + 6d/100$$

Avec :

L : la longueur du métro en m

V : la vitesse du métro en m/s

d : la distance voie/récepteur en m

Enfin, le niveau de bruit équivalent LAeq pour un trafic de n métro et pour une distance donnée d s'exprime :

$$Leq(d) = Leq(25m) - 13\log(d/25) + 10\log(n)$$

Niveaux de bruit LAeq (1h) générés par le métro Grand Paris

Les niveaux de bruits fournis par la RATP ne correspondent pas aux Lo indiqués dans la formule, c'est pourquoi dans un premier temps nous avons évalué les Lo correspondants sur base d'une réduction de 4 dB(A) par doublement de distance (aucune correction n'a cependant été prise pour corriger la hauteur à 2m, ce qui normalement surestime légèrement les Lo calculés).

A noter que la méthode donne des résultats fiables à +/- 5 dB(A) près

Niveaux de référence Lo calculés au passage d'un métro type MP89

Lo du métro MP89 (atténuation estimée : 4dB(A) par doublement de distance)

distance	hauteur	60km/h	80km/h	100km/h
1,9m	0,75m	86,4	91,4	96,8
7,5m	2m	79	84	89
15m	2m	75	80	85
25m	2m	72	77	82

en noir : données fournies par la RATP

en bleu : données calculées

Les données trafic estimées et fournies à ce stade de l'étude pour une heure de pointe sont les suivantes :

- Secteur Nord-est (Pleyel <>Roissy) : 42 trains par heure et par sens
- Secteur Nord-ouest (La Défense <>Pleyel) : 21 trains par heure et par sens
- Secteur Sud-est (Villejuif <>Noisy) : 36 trains par heure et par sens

Les distances pour les courbes isophones calculées à 2m de hauteur pour une configuration de voie au sol, sans aucun obstacle, selon la méthode décrite au point précédent et pour une vitesse moyenne de 60km/h (vitesse commerciale prévue) sont les suivantes :

distance en mètre par rapport aux voies de métro pour atteindre les isophones LAeq(1h) 65, 60, 55, 50, 45 et 40 dB(A) pour une propagation en terrain plat, en champs libre et le trafic métro prévisible en heure de pointe

Tronçon considéré	nbre métro/h (n) en heure de pointe	isophones calculés pour une vitesse de 60km/h					
		65 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)
Secteur Nord-est	84	42	102	246	597	1448	3512
Secteur Nord-ouest	42	25	60	145	351	850	2060
Secteur Sud-est	72	37	90	219	531	1286	3119

Annexe 6. Annexe V.3.6 : Estimation de la population exposée au bruit en 2035 avec et Sans projet

Population impactée par le bruit en 2035												
Laeq (6-22h) > 75 dB(A)			Laeq (6-22h) : 70-75 dB(A)			Laeq (6-22h) : 65-70dB(A)			Laeq (6-22h) : 60-65 dB(A)			
	Nombre	Var	Var (%)	Nombre	Var	Var (%)	Nombre	Var	Var (%)	Nombre	Var	Var (%)
Avec projet	905 297	4218	+ 0.47	1 725 647	6 436	+ 0.38	4 517 405	5 586	+ 0.13	3 484 499	-10 482	- 0.30
Sans projet	901 079			1 719 211			4 511 819			3 494 981		

(période de jour)

La population totale en 2035 prévue est de 13 233 310 personnes, soit, 2 600 462 qui seront soumis à moins de 60 dB(A) le jour.

	Laeq (6-22h) > 75dB	Laeq (6-22h) : 70-75dB	Laeq (6-22h) : 65-70dB	Laeq (6-22h) : 60-65dB	Laeq (6-22h) <60dB
Pourcentage de la population totale	6,84%	13,04%	34,14%	26,33%	19,65%

ATTENTION : Ces résultats sont à prendre avec précaution car la méthode de calcul utilisée ne tient pas compte des obstacles existants entre les axes routiers et les habitations, ne permet pas de différencier une façade calme d'une façade bruyante et considère une réverbération supplémentaire de 3dB(A) en façade qui n'est pas toujours prise en compte dans les cartographies sonores usuelles.

La méthode utilisée surestime donc de manière assez importante l'exposition au bruit des personnes en 2035. Une étude spécifique pour chaque tronçon du réseau avec prise en compte de la topographie et du bâti dans la propagation du son devra être réalisée pour une plus grande précision.

Annexe 7. Annexe V.3.7 : Autres mesures de réduction du bruit

Quelle que soit la source sonore concernée, les mesures de réduction du bruit peuvent intervenir à la source, sur le chemin de propagation ou au point récepteur.

Schéma de classification des différents types de mesure

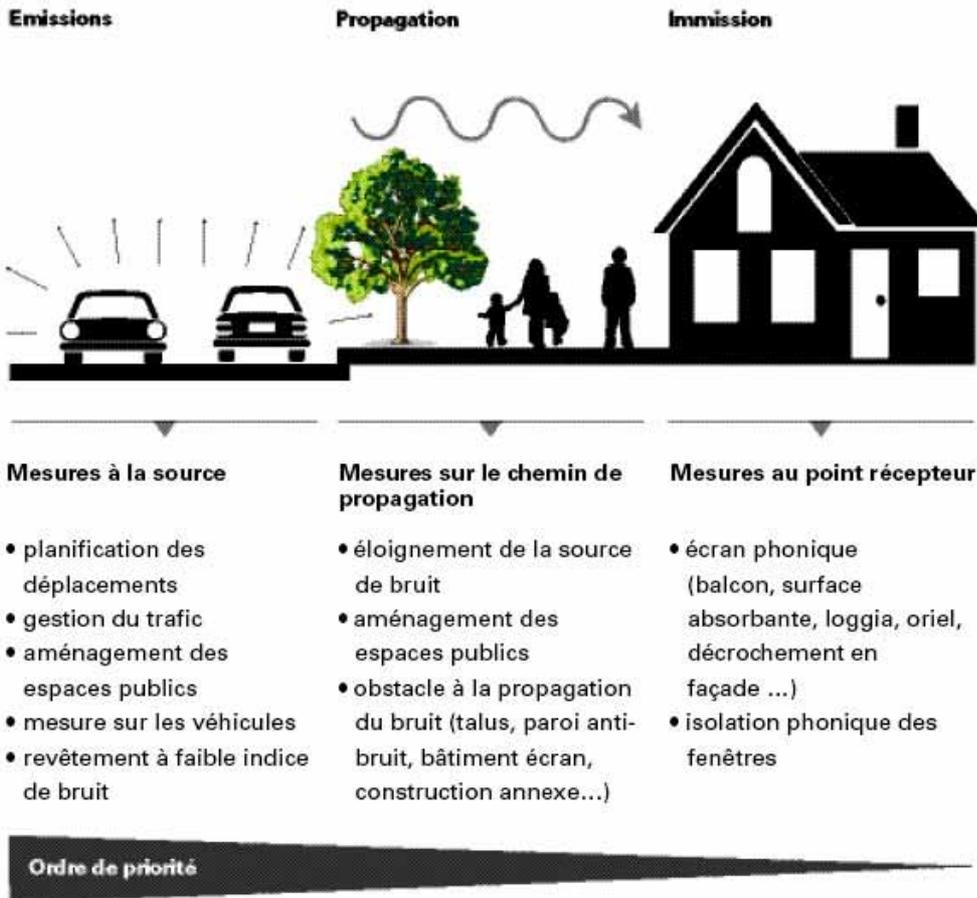


Figure III.3.1-3 : Bruit du trafic routier -Assainissement- Département de la sécurité et de l'environnement du Canton de Vaux (Suisse) avril 2007

★ Mesures à la source

Mesures sur le matériel roulant

- Choix de freins à disques ou à semelle en matériau composite (gain jusqu'à 10 dB(A) sur le bruit de roulement).
- Réduction de la raideur du contact roue/rail
- Adjonction de système d'absorption de l'énergie vibratoire au niveau des bogies

- Réduction du bruit lié aux blocs moteurs

Mesures sur l'infrastructure ferroviaire

- Systèmes anti-vibratiles type dalle flottante, patins
- Mise en place d'absorbeurs de vibrations sur les rails. Ces dispositifs renforcent la capacité d'absorption d'énergie vibratoire de la voie et réduisent ainsi sa contribution sonore, notamment aux plus faibles vitesses. Le gain observé peut aller de 4 à 5 dB(A).
- Le meulage des rails permet une diminution temporaire du bruit (6 mois) de l'ordre de 2 dB(A). Cette solution nécessite un entretien régulier et elle utilise des machines bruyantes et très lentes qui interviennent en général la nuit
- Le choix d'appareil de voie à plancher béton permet de réduire le bruit généré par la voie
- Les revêtements de voie type Ballast absorbe mieux le son que le béton brut.
- Réduire au maximum le nombre d'aiguillage
- Prévoir des joints de rail soudés et non collés (...)

Mesures sur les infrastructures routières

- Bonne planification et organisation des déplacements
- remplacer les revêtements vétustes par des revêtements drainant
- limiter les vitesses sur certains axes
- interdire certaines routes aux poids lourds...

★ *Mesures sur la propagation du Bruit*

Une bonne gestion de l'espace :

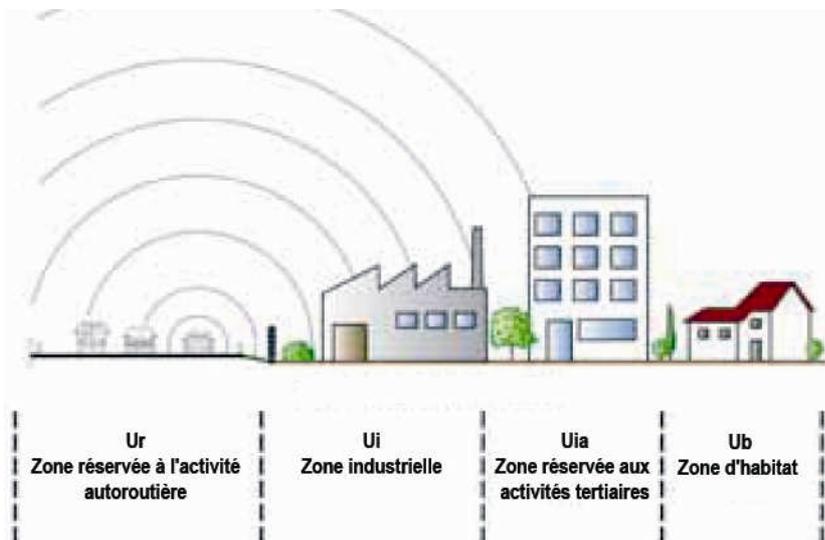


Figure III.3.1-3 : schémas extrait du rapport ALIENOR « Autoroute de Gascogne » octobre2009

La localisation des zones d'habitats derrière des zones industrielles et/ou activités tertiaires permet de les protéger significativement du bruit, d'une part par l'éloignement avec la source sonore et d'autre part par les effets d'écrans acoustiques des bâtiments d'activités.

Une configuration des voies adaptée :

Le schéma ci-après montre bien les différentes configurations de voie routière possibles ainsi que leur impact sur la propagation du bruit. Ce schéma est extrapolable, dans une certaine mesure, aux voies ferrées type métros.

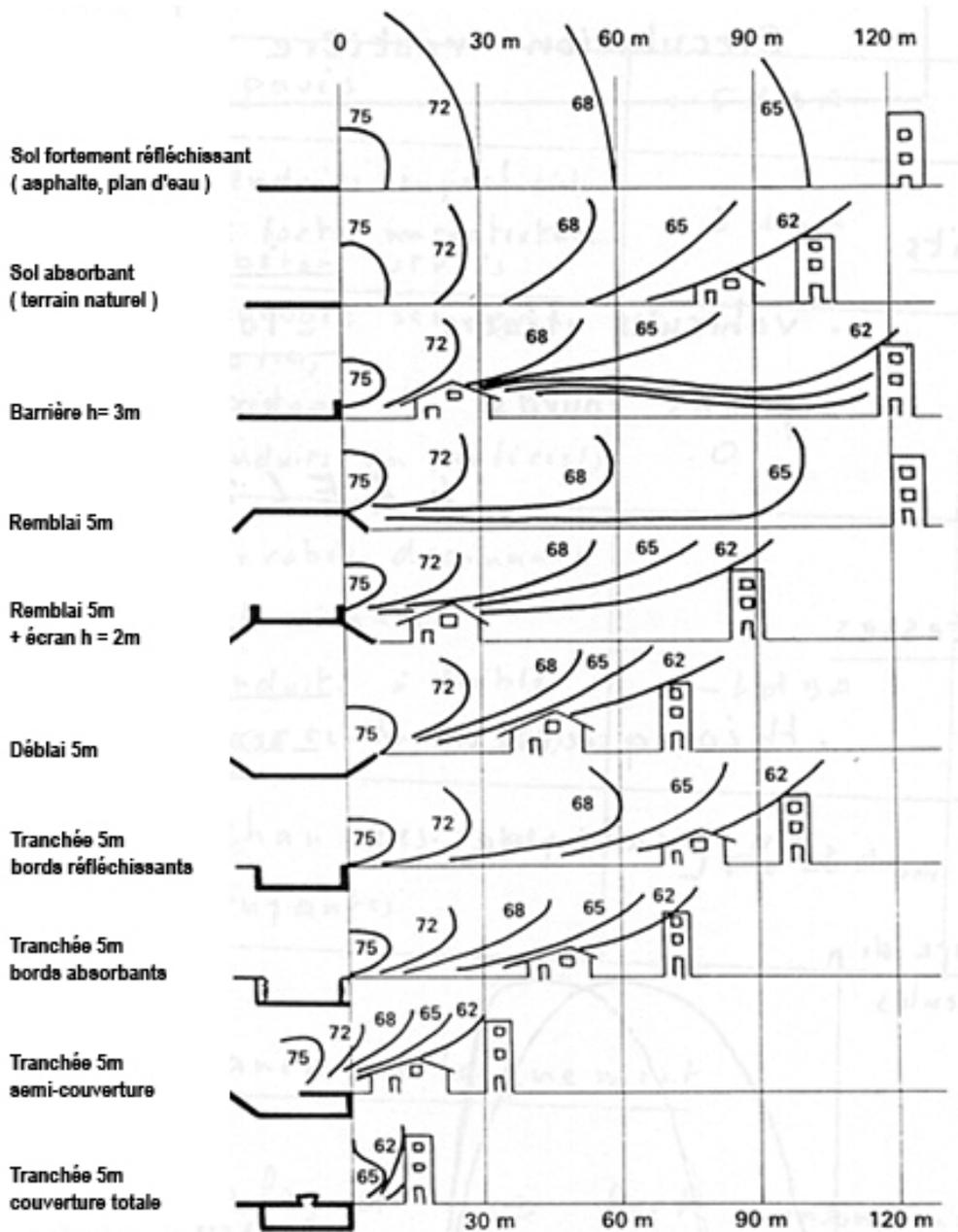


Figure III.3.1-3 : Influence des profils en travers de voies et divers dispositifs de protection. Courbes isophones (Leq en dB(A)) pour un trafic moyen de 2000véhicules/heure - Source : Pachiaudi et Fabre (1979)

Ainsi on observe que les meilleures configurations pour permettre l'implantation de logements proche des voies sont, de la plus performante à la moins performante :

- Le recouvrement total des voies
- Le recouvrement partiel des voies
- La mise en place des voies en déblai ou en tranchée avec absorbant sur les murs périphériques
- La mise en place des voies en remblai (surrélevées)

Une utilisation des bâtiments comme écrans acoustiques :

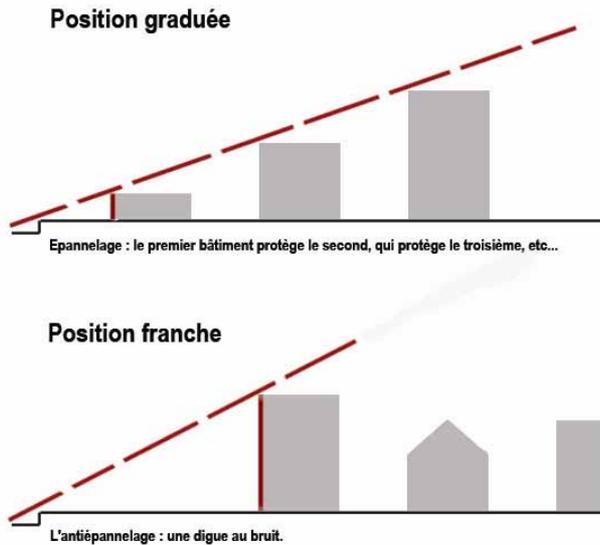


Figure III.3.1-3 : L'épannelage et antiépannelage : Bruit et formes urbaines - CERTU 1981

Bien réfléchir à la hauteur et localisation des bâtiments situés en front de voie bruyante permet de s'en servir pour protéger efficacement les autres bâtiments.

L'épannelage consiste à adapter la position et la hauteur des bâtiments en fonction des conditions de propagation du bruit de la source sonore en cause afin que les bâtiments se protègent les uns les autres.

L'antiépannelage consiste à établir par un bâtiment linéaire de grande hauteur une digue contre le bruit que l'on implante au plus près possible de la source de bruit. Cette solution est peu consommatrice d'espace mais demande à être associée à des mesures pour traiter la façade sur rue (isolement important ou locaux tampons).

Pour une bonne efficacité, il est préférable que les bâtiments présentent le moins possible de discontinuité. En effet, la moindre ouverture dans le front de rue peut induire une fuite acoustique importante et un engouffrement du bruit dans les jardins et espaces intérieurs. Les espaces non construits en front de rue pourront être comblés par des murs anti-bruits.

Implantation d'écrans acoustiques/murs anti-bruit :

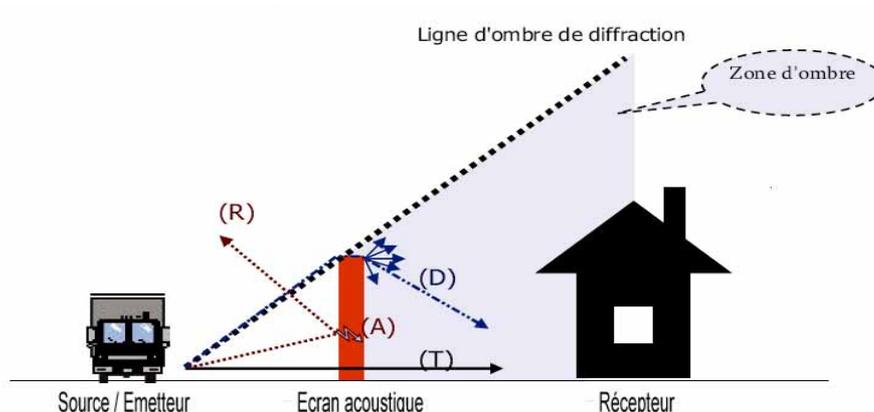


Figure III.3.1-3 : schémas de principe de fonctionnement d'un écran acoustique par rapport à une source type route et/ou voie ferrée

Les écrans acoustiques permettent de créer une « zone d'ombre » où le bruit de la source peut être atténué jusqu'à 12 dB(A).

L'amplitude de la zone d'ombre et la performance de l'écran au point récepteur vont dépendre :

- De la hauteur de la source
- De la distance source/écran
- De la hauteur de l'écran
- De la distance écran/récepteur
- De la hauteur du récepteur par rapport à la source
- De l'affaiblissement acoustique de l'écran

Variante : les écrans acoustiques bas (<1m)

Cette solution n'est pas encore homologuée en France mais des projets ont montré son intérêt si elle est combinée à un carénage du bas de caisse des trains. Elle ne permet cependant pas de réaliser certaines actions de maintenance des voies.

A noter que l'ajout d'absorbant est recommandé côté intérieur pour limiter les réflexions sur l'écran

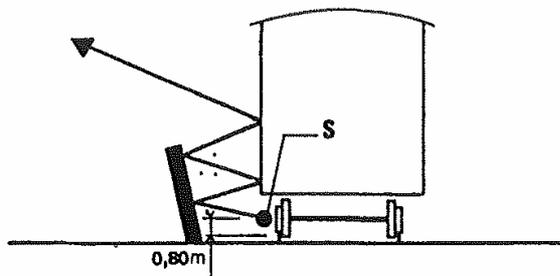


Figure III.3.1-3 : réflexions acoustiques entre l'écran et le véhicule - Guide du bruit des transports 1980

La butte de terre :

Une butte de terre peut être aussi efficace qu'un écran mais nécessitera une hauteur plus grande pour obtenir la même performance. L'espace au sol nécessaire est aussi plus importante pour la butte de terre. En revanche elle constitue une des solutions les moins onéreuses.

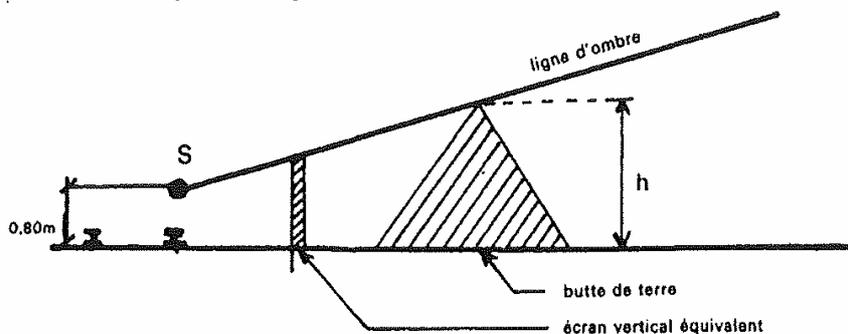
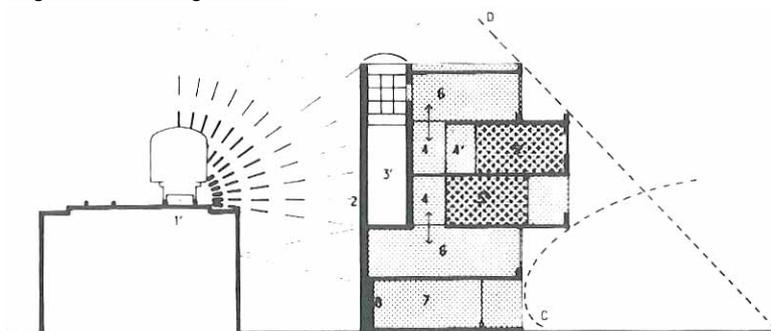


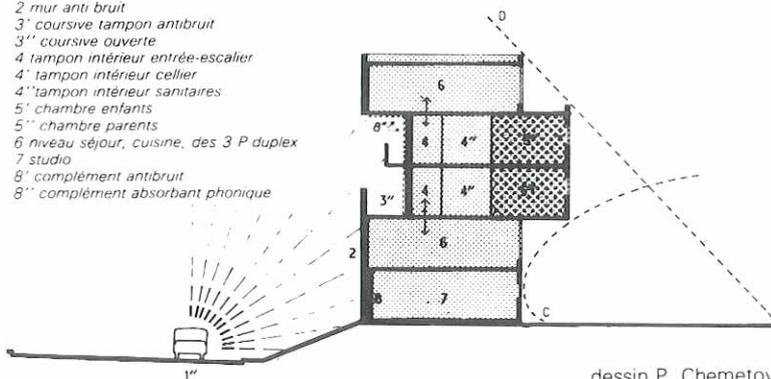
Figure III.3.1-3 : schémas de principe d'équivalence entre écran et butte de terre - Guide du bruit des transports 1980

★ **Mesures au point récepteur**

Organiser les logements



- Sections courantes
 1'' bruit s n c f. (bruit maximum au niveau des rails)
 1'' bruit cd 41
 2 mur anti bruit
 3'' coursive antibruit
 3'' coursive ouverte
 4' tampon intérieur entrée-escalier
 4' tampon intérieur cellier
 4' tampon intérieur sanitaires
 5'' chambre enfants
 5'' chambre parents
 6 niveau séjour, cuisine, des 3 P duplex
 7 studio
 8' complément antibruit
 8'' complément absorbant phonique



dessin P. Chemetov

Figure III.3.1-3 : organiser et traiter les logements -dessin P.Chemetov : Bruit et formes urbaines - CERTU 1981

La localisation des locaux de services/d'accès côté bruit, l'insonorisation performante de la façade la plus bruyante, la mise en place de balcons, sont autant d'éléments qui permettent de réduire la gêne sonore induite par la source de bruit en cause.

Les bâtiments écrans

Les immeubles sous forme de « pyramide » côté rue vont permettre aux étages de se protéger les uns les autres. De même l'implantation de balcons opaques réduit l'impact du bruit sur les façades.

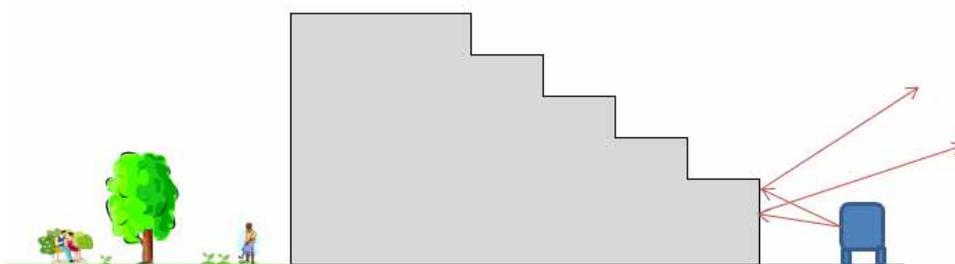


Figure III.3.1-3 : exemple de « bâtiment écran » - STRATEC 2010

Implantation de sources sonores « agréables » dans les cours et jardins

Dans certaines conditions, l'ajout de sources sonores associées à une image/impression de bien-être peut masquer le bruit du transport que l'on veut traiter. Il peut s'agir d'une fontaine, d'un cours d'eau où encore l'implantation d'arbres et de végétation qui favoriseront la venue des oiseaux et leur chants mélodieux.

★ **Comparaison coûts/efficacité (pour métros uniquement)**

Type de solution	Scénario																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
FREINAGE COMPOSITE FRET		✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓		
Freinage composite voyageur (Banlieue, TER, Corail)			✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		
Meulage local des rails					✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Roues optimisées (absorbeurs sur roue)																				✓	✓	✓		
Absorbeurs sur voie								✓	✓	✓				✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	
Écrans absorbants											✓	✓	✓				✓	✓	✓					✓

Figure III.3.1-3 type de scénario/combinaisons de solutions valables pour le bruit des trains - Le bruit des infrastructures de transports ferroviaires : nouvelles données et perspectives - P. FODIMAN - Janvier 2004

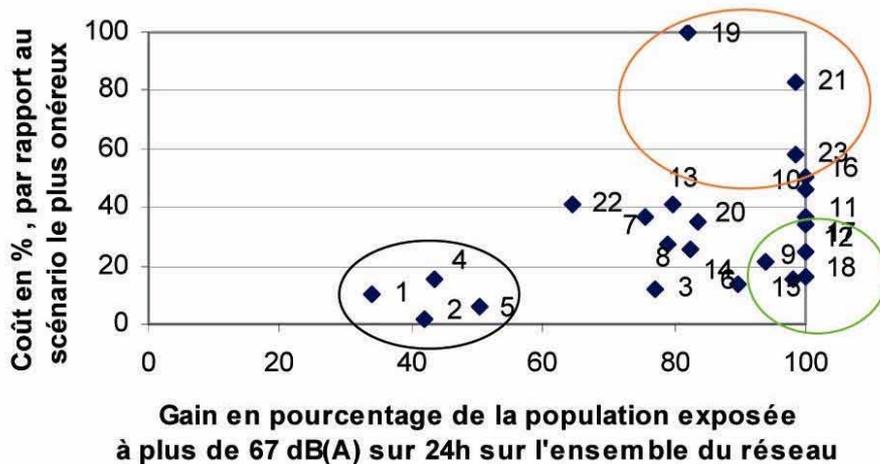


Figure III.3.1-3 Classification des scénarios suivant le couple de critère coût/efficacité - Le bruit des infrastructures de transports ferroviaires : nouvelles données et perspectives - P. FODIMAN - Janvier 2004

Le premier groupe de solutions (cercle noir) est le moins coûteux mais il ne protège que de 30 à 50% de la population.

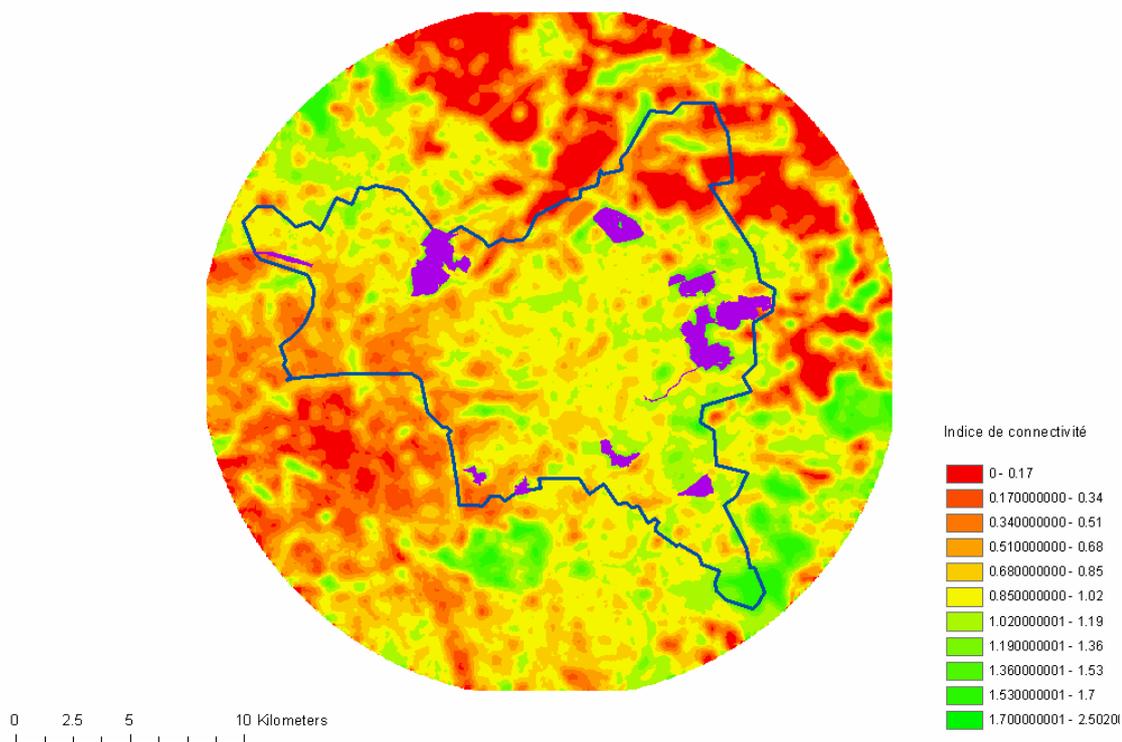
Le deuxième groupe de solutions (cercle orange) présente les coûts les plus élevés mais protège un grand nombre de personne (80 à 100% de la population)

Le troisième groupe de solutions (cercle vert) est le plus intéressant puisqu'il présente des coûts raisonnables tout en protégeant 90 à 100% de la population.

Il ressort de cette étude que la combinaison de solutions sur le matériel roulant (changement des freins) et sur l'infrastructure (absorbeur de voie, meulage...) est la plus pertinente des solutions.

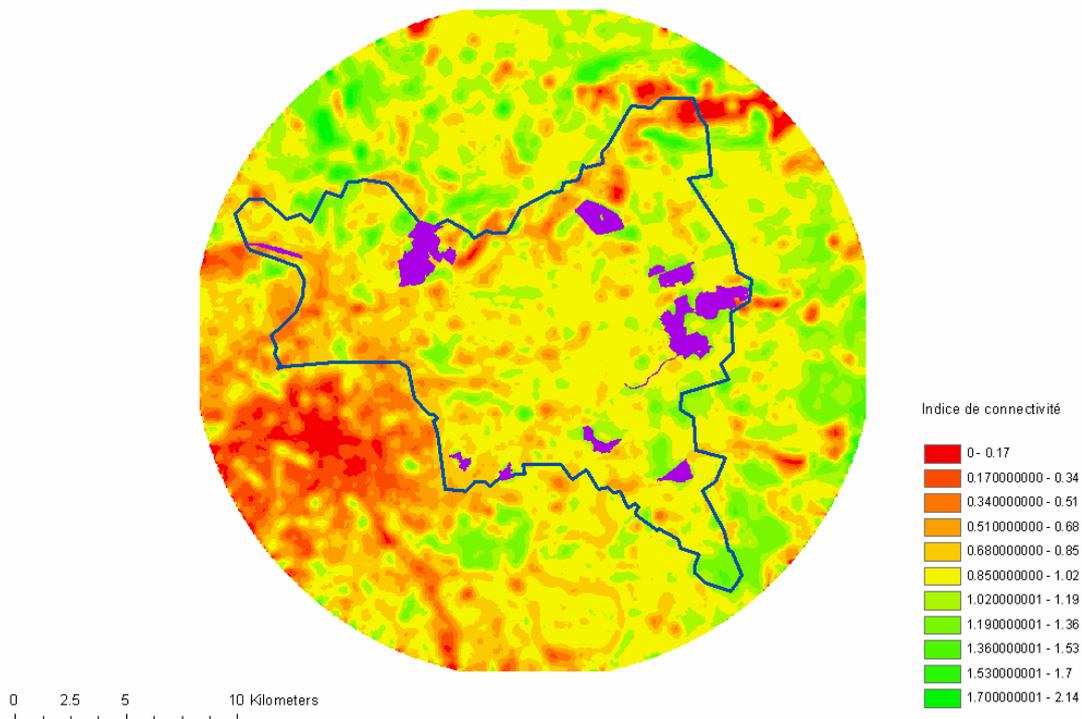
Annexe 8.

Annexe 9. Annexe III.6.7-3a : Modélisation de la connectivité du paysage à l'échelle du département (tiré de ZUCCA M. et Connectivité séquano-dyonisienne : Mésange charbonnière



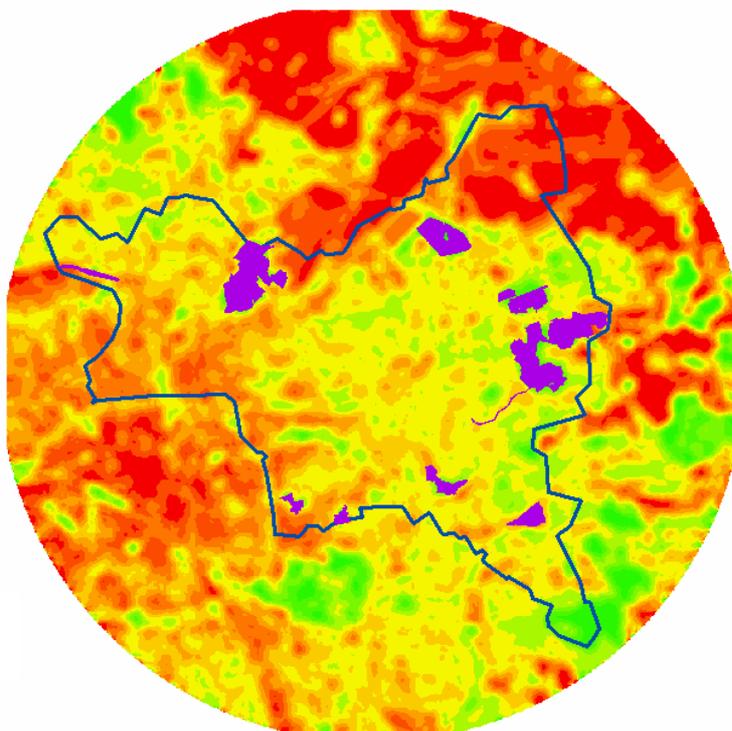
JULLIARD R., 2008)

Connectivité séquano-dyonisienne : Fauvette grisette

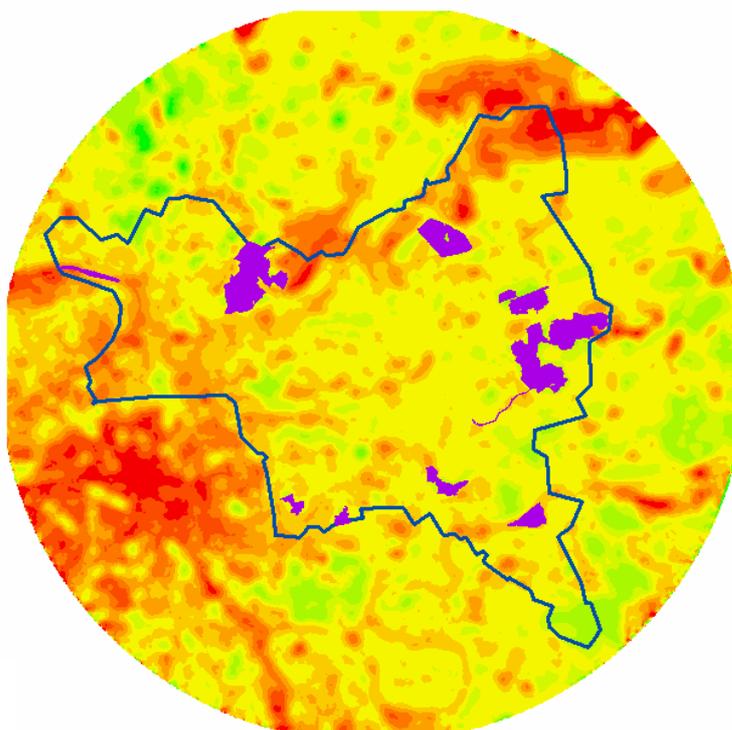


A : Mésange charbonnière, B : Fauvette grisette. Le vert facilite le passage, le jaune ne le gêne pas et le orange et rouge constituent des barrières. Pour la Fauvette grisette, aucun indice de connectivité des milieux agricoles n'a pu être calculé : il donc été appliqué par défaut un indice de connectivité neutre (1) à ce milieu, ce qui explique la disparité observée dans le Nord-Est de la zone figurée. Les zones agricoles étant très peu nombreuses en Seine-Saint-Denis, cette absence de valeur a peu d'importance.

Annexe 10. Annexe III.6.7-3b : Modélisation de la connectivité du paysage à l'échelle du département selon un scénario de disparition des friches (tiré de ZUCCA M. et JULLIARD R., 2008)



A



B

A : Mésange charbonnière, B : Fauvette grisette. Noter les différences avec la figure précédente.

Annexe III.6.6 : Liste des projets pris en compte pour l'évaluation des impacts cumulés

Annexe 11.

Réseau lourd

- Le projet de Tangentielle Légère Nord entre Sartrouville et Noisy-le-Sec ; le reste du projet n'intersecte pas le fuseau
- Le projet de Tangentielle Ouest
- Le projet CDG Express
- Prolongement du RER E ou EOLE à l'ouest

■ Tramways

- Tramway T1 entre Saint-Denis et Rueil-Malmaison ;
- Tramway T2
- Tramway T3
- Tramway T4 : débranchement vers Montfermeil ;
- Tramway T5
- Tramway T6
- Tramway T7
- Tramway T8 entre Paris Evangile et Epinay - Villetaneuse
- Tram-Train Versailles-Massy-Evry

■ Routes

- Le projet d'aménagement du tronç commun A4-A86
- Le projet de contournement de l'aéroport CDG par l'A104
- Projet de maillage routier entre la RD938 et la RN12 au niveau du plateau de Saclay

■ TCSP

Annexe 12. Annexe III.6.7-1 : Fiche espèce des oiseaux traités

Le Blongios nain *Ixobrychus minutus*

Code Natura 2000 : A 022

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Ciconiiformes
- Famille : Ardéidés

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
- Protection nationale : L.414-1 et L.414-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II
- Convention de Bonn : Annexe II
- Liste rouge nationale : Espèce En Danger



Description de l'espèce

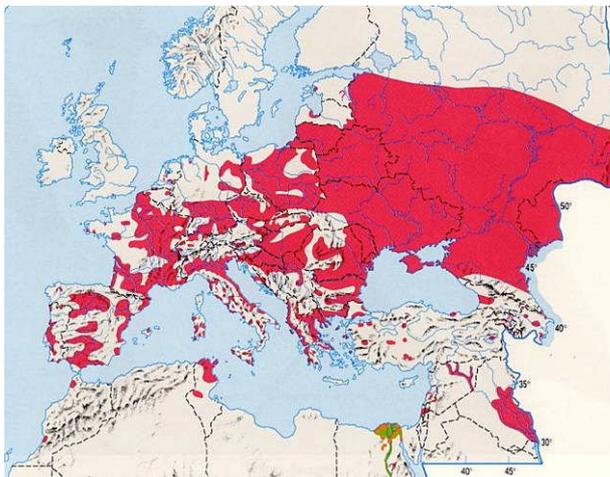
Un des plus petits hérons du Monde (moins de 30 cm).
Mâle : calotte et dos noir, grande plage beige orangé sur les ailes, ventre et poitrine beige striée de brun orangé. Joues gris bleu, bec jaune à pointe noire.
Femelle : même motif que le mâle mais en beaucoup plus terne

Biologie et Ecologie

Habitats

Le Blongios nain apprécie particulièrement les bords d'étangs, les cours d'eau lents et les marais mais aussi les sablières, les grands parcs urbains ou les bassins de retenue. L'existence de roselières denses et de zones humides sont des éléments déterminants pour sa présence.

Répartition en France et en Europe



Le Blongios nain est présent dans toute l'Europe continentale au sud du 59° parallèle.

En France, l'essentiel de la distribution se répartit du nord à l'est du pays en passant par la vallée du Rhône, toute la côte méditerranéenne puis vers l'ouest dans la vallée de la Garonne.

Régime alimentaire

Le Blongios nain utilise généralement pour se nourrir les trouées au sein des roselières ainsi que les berges de canaux. Le régime alimentaire est essentiellement basé sur des insectes aquatiques, des batraciens et des petits poissons.

Reproduction et activités

La brièveté de la présence du Blongios nain en France renforce son caractère discret et sa présence est très difficile à détecter.

Le Blongios est un nicheur solitaire. Le nid est caché dans la végétation accroché à des roseaux ou dans des buissons. 2 à 7 œufs sont pondus en général entre fin mai à début juin. L'incubation dure de 16 à 20 jours. L'élevage dure environ 4 semaines jusqu'à l'envol des jeunes.

Migration

Le Blongios nain arrive en France aux alentours du mois de mai et repart dès le mois d'août-septembre. Les zones d'hivernage semblent situées en Afrique de l'Est où il arrive en suivant une voie de migration orientale (Italie, rive orientale de la Méditerranée, Péninsule Arabique). La migration retour semble plus occidentale, mais globalement les axes migratoires de ce petit héron sont très mal connus.

Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

L'Europe compte entre 40 000 et 100 000 couples nicheurs et l'espèce est considérée comme vulnérable et en fort déclin.

En France, l'espèce est considérée comme en danger. La population de Blongios nain y est en fort déclin, suivant ainsi la tendance générale européenne. Ainsi, l'effectif était estimé à 2 000 couples en 1968, 453 couples en 1983 et 242 couples en 1997. Certaines régions de France (littoral atlantique, Picardie, Flandre) ont perdu 80 % de leurs effectifs au cours de cette période. Cependant l'espèce est extrêmement discrète et de nombreux oiseaux passent sans doute inaperçus, notamment dans les grands marais peu accessibles, mais aussi dans les certaines petites zones humides où sa présence n'est pas recherchée.

En Ile-de-France, l'espèce est considérée comme un nicheur très rare, en régression depuis 1976. L'effectif reproducteur est estimé à une vingtaine de couples.

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur l'entité étudiée (Parc de la Courneuve)

Sur le Parc de la Courneuve, l'espèce niche dans les roselières installées à proximité de plans d'eau artificiels et naturels. Tous les plans d'eau du parc avec des roselières font partie du territoire de chasse de l'espèce, au même titre que d'autres plans d'eau à proximité immédiate du parc : le bassin de la Molette et le Bassin des Brouillards (ces deux derniers bassins étant hors site Natura 2000).

Etat de conservation de la population sur le site Natura 2000

Le Blongios nain est suivi depuis 1995 sur le Parc de la Courneuve où il niche régulièrement. Les effectifs varient de 5 couples en 1995 à 1 couple en 2004. En 2004 une augmentation par rapport aux années précédentes du nombre d'adultes est constatée sur le site, ainsi que du nombre de jeunes à l'envol. Cette population se maintient, mais n'en est pas moins extrêmement fragile. Son effectif très faible hypothèque fortement sa pérennité. Cependant, il ressort des données recueillies au Parc de la Courneuve que si la population de Blongios nain reste très fragile, un potentiel d'accroissement existe puisque le nombre total d'adultes sur le Parc au cours d'une même saison de reproduction était l'an dernier de 12.

L'espèce a également été observée ailleurs dans la ZPS : dans le Parc du Sausset dans les roselières du marais en halte migratoire occasionnelle (quelques individus de passage en migration observés) et en fin de période de migration pré-nuptiale et dans la Forêt régionale de Bondy où un mâle a été observé à deux reprises en mai 2007 dans la roselière de l'étang Virginie (ANCA, 2007).

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro automatique du Grand Paris

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris pour le Blongios nain sont :

- La destruction de l'habitat de reproduction de l'espèce (roselières périphériques des plans d'eau) ou de chasse ;
- La dégradation de l'habitat (modification du niveau hydrique...) ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet ;
- La collision directe avec les trains.

Le Martin pêcheur d'Europe *Alcedo atthis*

Code Natura 2000 : A 022

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Coraciiformes
- Famille : Alcédinidés

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
- Protection nationale : L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II
- Liste rouge nationale : Espèce "A surveiller"



Description de l'espèce

Le Martin-pêcheur d'Europe est un oiseau de petite taille (16 à 19 cm), vivant au bord de l'eau, au plumage de couleur bleu vert brillant dessus et roux orangé dessous.
 Mâle : bec entièrement noir.
 Femelle : identique au mâle, excepté la mandibule inférieure du bec partiellement ou entièrement rouge avec une pointe noire.
 Les juvéniles sont plus ternes que les adultes avec le dessus plus vert et le dessous assez pâle.

Biologie et Ecologie

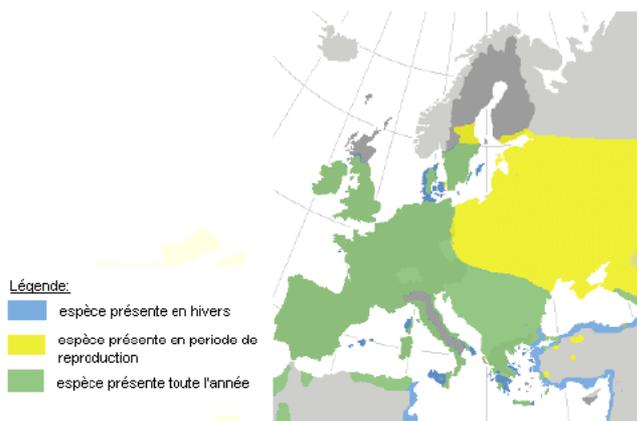
Habitats

Le Martin-pêcheur d'Europe habite tous les types de zones humides (rivières, ruisseaux, lacs, étangs, marais) pourvu qu'il y trouve des berges verticales ou des talus pour creuser son nid. Il a besoin également d'une eau peu turbide et peu polluée (pour repérer ses proies) ainsi que de perchoirs au-dessus de l'eau.

Régime alimentaire

L'espèce se nourrit essentiellement de petits poissons mais aussi parfois de petits amphibiens.

Répartition en France et en Europe



Reproduction et activités

Le Martin-pêcheur d'Europe est un oiseau très vivace, pouvant se déplacer en vol jusqu'à 40-45 km/h et qui utilise des perchoirs le long des cours d'eau poissonneux. Il plonge en flèche dans l'eau pour attraper ses proies.

Les parades des couples commencent dès la fin de l'hiver. Les vols nuptiaux sont des poursuites rapides accompagnées de cris aigus. Le nid du Martin-pêcheur est caractéristique, c'est une chambre aménagée au bout d'une galerie creusée dans une berge abrupte à plus de 80 cm du niveau de l'eau. Le tunnel d'entrée peut mesurer jusqu'à un mètre de long (en général 35 à 90 cm). L'entrée du terrier est souvent ovale et d'un diamètre de 5 à 7 cm.

La ponte (5 à 8 œufs) s'étale entre avril et juillet en fonction des conditions du milieu (gel, crue printanière,...). L'incubation dure 24 à 27 jours et l'élevage environ 1 mois. Le Martin-pêcheur peut faire jusqu'à 3 nichées par an.

Pour trouver sa nourriture, le Martin-pêcheur parcourt en général 2 à 3 km de part et d'autre de son nid le long du cours d'eau, parfois plus.

Migration

Globalement, en France, le Martin-pêcheur peut être considéré comme sédentaire. Cependant, en hiver des oiseaux venus de contrées plus froides peuvent venir renforcer les effectifs.

Le Martin-pêcheur d'Europe possède une vaste répartition. On le trouve dans toute l'Europe exceptée dans les zones de montagnes (Alpes,...) où il est extrêmement rare.

Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

La population européenne du Martin-pêcheur d'Europe est fluctuante et estimée entre 79 000 et 160 000 couples (BirdLife International, 2004). Ses densités ne sont jamais très fortes.

En France, l'effectif nicheur est évalué entre 10 000 et 30 000 couples. D'une année sur l'autre, les effectifs reproducteurs peuvent augmenter ou diminuer de 50 %. Il est donc très difficile d'apprécier l'évolution des populations. Ses grandes fluctuations s'expliquent par différents facteurs : grande sensibilité de l'oiseau aux rigueurs hivernales, importante production de jeunes et faible taux de survie.

En Ile-de-France, la population nicheuse, estimée entre 100 et 150 couples, est stable après avoir connue une période de déclin prononcé (DIREN Ile-de-France, 2007).

Sur le site Natura 2000, les effectifs sont faibles mais semblent stabilisés autour de 2 couples. Plusieurs individus sont observés chaque année sur plusieurs zones du site Natura 2000.

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur l'entité étudiée

Le Martin-pêcheur d'Europe creuse son nid dans les berges abruptes de la Seine et la Marne. Les berges de la Haute-Ile offrent également un territoire de vie au Martin pêcheur d'Europe (berges naturelles, perchoirs).

Etat de conservation de la population sur le site

Le nombre de couples semble rester faible et stable sur le site (1 à 2 couples par an), bien qu'une tendance d'évolution positive semble apparaître à l'échelle départementale entre 2001 et 2002 (LPO Ile-de-France, 2003). Le Martin-pêcheur d'Europe peut être observé plus d'une dizaine de fois certaines années, sans que l'on puisse toutefois distinguer systématiquement s'il s'agit d'individus sédentaires, ou de migrants. La population du site Natura 2000 reste fragile compte tenu des effectifs nicheurs et des menaces pesant sur l'espèce.

L'espèce a également été observée ailleurs dans la ZPS. Elle est observée en nidification occasionnelle au Parc départemental de l'Ile-Saint-Denis, en haltes migratoires occasionnelles sur le Parc de la Courneuve, du Sausset, de la Forêt régionale de Bondy, du Parc forestier de la Poudrière de Sevrans et le bois de la Tussion et du parc des Beaumonts et en hivernage occasionnel au niveau du Parc de la Courneuve et du Parc des Beaumonts.

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro automatique du Grand Paris

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris pour le Martin pêcheur d'Europe sont :

- La destruction par les travaux de l'habitat de reproduction de l'espèce (berges abruptes nues) ;
- La dégradation de l'habitat par les travaux (modification du réseau hydrique) ;
- La pollution des eaux susceptible de diminuer les ressources alimentaires ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet.

Le Pic mar *Dendrocopos medius*

Code Natura 2000 : A 238

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Piciformes
- Famille : Picidés

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
- Protection nationale : L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II
- Liste rouge nationale : Espèce « A surveiller »



© Marek Szczepanek

Description de l'espèce

A peine moins grand que le Pic épeiche (19,5-22 cm), le Pic mar possède, tout comme le Pic épeiche, une calotte rouge, mais pas de moustache noire et le front et les côtés de la tête sont blancs. Les deux sexes sont semblables, mais le mâle présente une calotte rouge prolongée et d'un rouge plus vif que la femelle. Les jeunes individus présentent un plumage proche de celui de la femelle mais plus pâle. Le juvénile du Pic mar ressemble fort au Pic épeiche, les risques de confusion sont importants. Il s'en distingue par la moustache noire qui n'atteint pas le bec.

Biologie et Ecologie

Habitats

En France, le Pic mar habite principalement les peuplements forestiers abritant de nombreux arbres âgés (chênes, Charme, Châtaigner) à l'écorce crevassée et aux abondantes branches mortes.

Régime alimentaire

Il s'alimente principalement d'insectes à différents stades de développement (adultes et larves). A la différence des autres pics, il se nourrit surtout d'insectes qu'il prélève à la surface de l'écorce ou qu'il extirpe des fissures superficielles : il attrape rarement ses proies en profondeur dans le bois. Il se tient généralement vers la cime des arbres et sautille souvent le long des grosses branches en chassant les insectes. Mais il consomme également des graines de charme, des faines et des glands.

Répartition en France et en Europe



Reproduction et activités

Le Pic mar fore ses cavités de nidification dans des troncs très endommagés par le climat ou les insectes. Le diamètre de l'entrée mesure entre 40 et 50 millimètres. La ponte annuelle unique est constituée de 4 à 5 œufs blancs dont l'incubation dure entre 12 et 14 jours. Le mâle et la femelle se relaient à tour de rôle pour couvrir et participant ensemble à l'élevage des jeunes jusqu'à l'envol qui intervient 22 à 23 jours après l'éclosion.

Migration

Le Pic mar est une espèce sédentaire.

Le Pic mar est une espèce du paléarctique occidental, principalement distribuée en Europe orientale et centrale, plus sporadique à l'ouest et absente des îles Britanniques, de la Scandinavie et de presque toute la zone méditerranéenne, hors les Balkans.

Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

La population européenne est estimée entre 140 000 et 310 000 couples (BirdLife International, 2004). En France, l'effectif nicheur est estimé à plus de 25 000 couples. Cependant, le Pic mar demeure un oiseau mal connu, dont l'abondance paraît sous-estimée dans plusieurs régions. La tendance est également mal connue, mais la distribution est probablement stable (ROCAMORA, 1999).

En Ile-de-France, la population est estimée entre 600 et 800 couples (DIREN Ile-de-France, 2007). L'espèce est peu commune dans la région mais les effectifs semblent en progression depuis plusieurs années.

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur les entités étudiées

Le Pic mar fréquente les espaces arborés nécessaires à sa reproduction et à son alimentation. Les sites où sa nidification a été identifiée correspondent à des peuplements forestiers de composition et de structure variable. La présence de vieux arbres à cavités, en quantité et en qualité, indique que les Pics mars s'accommodent bien de ces espaces boisés pour réaliser leur cycle de vie.

Etat de conservation de la population sur le site

Sur le site Natura 2000, le Pic mar est nicheur sédentaire mais les effectifs ne sont pas connus avec précision. Un couple a été recensé en 2005 dans la Forêt régionale de Bondy, et 3 à 4 couples semblent nicheurs au Parc Forestier de la Poudrerie en 2007, mais il est possible que l'espèce niche également ailleurs. Aucune tendance précise d'évolution ne peut être dégagée sur le site Natura 2000, même s'il semble que les populations soient en augmentation depuis quelques années.

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro automatique du Grand Paris

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris pour le Pic mar sont :

- La destruction par les travaux de l'habitat de reproduction de l'espèce (arbres de gros diamètres notamment) ;
- La pollution des eaux susceptible de diminuer les ressources alimentaires ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet.

Le Pic noir *Dryocopus martius*

Code Natura 2000 : A 236

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Piciformes
- Famille : Picidés

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
- Protection nationale : L.414-1 et L.414-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II



Description de l'espèce

Le Pic noir est le plus grand pic européen (46 cm en moyenne). Il est aisément reconnaissable à sa couleur noire et sa calotte rouge vif. L'œil et le bec sont de couleur jaune pâle. Son bec puissant, en forme de ciseaux à bois, lui permet de capturer ses proies en creusant des trous dans les troncs de feuillus.

Chez le mâle, la calotte rouge s'étend du front jusqu'à la nuque tandis que chez la femelle, la tache se limite à l'arrière de la tête. Son chant très puissant le rend reconnaissable entre tous les pics. Il se compose d'une phrase ascendante qui s'accélère « kouic ouic ouic ouic ». Tambourinage le plus long de tous les pics (1,5 à 3,5 secondes) avec une cadence de 20 coups par seconde.

Répartition en France et en Europe

Légende:

- espèce présente en hivernage
- espèce présente en période de reproduction
- espèce présente toute l'année



Le Pic noir est une espèce paléarctique et sédentaire. En Europe, il est absent des îles Britanniques, du Portugal, de la majeure partie de l'Espagne et de l'Italie. Il est également absent d'Islande et de l'extrême Sud de l'Ukraine. Sa répartition a complètement changé depuis 50 ans.

Biologie et Ecologie

Habitats

Le Pic noir fréquente les grands et vieux massifs forestiers, qu'ils soient peuplés de conifères, de feuillus ou mixtes, avec notamment des arbres d'âge et de taille variables. Il s'accommode de nombreuses essences, pourvu qu'il dispose de grands arbres suffisamment espacés, mais semble avoir une préférence pour le hêtre.

Régime alimentaire

Le Pic noir est omnivore. Il se nourrit principalement de fourmis et de coléoptères xylophages, mais aussi de fruits et de baies. Il extrait les insectes dans le bois grâce à sa langue effilée, longue, visqueuse et pourvue de nombreux corpuscules de tact, dont l'extrémité petite, plate et pointue, petits crochets. Sa langue peut être projetée loin des traces de son activité alimentaire sont aisément : les vieilles souches ou les troncs morts pouvant être facilement débités en morceaux éparpillés.

Reproduction et activités

Le Pic noir commence à parader en janvier en s'attirant par des cris en séries de coups de bec sur les troncs secs. Le nid est creusé dans le tronc d'un arbre assez large (au moins 50 cm de diamètre en général). De grande taille, de forme ovale et creusé à l'intérieur, le nid creusé par le Pic noir est utilisé par de nombreux autres locataires (oiseaux, insectes, etc.). La femelle pond le plus souvent 3 à 4 œufs dont l'incubation est courte (12 jours). Les jeunes quittent le nid à l'âge de 30 jours.

Le Pic noir adulte est sédentaire. Les juvéniles se livrent, à la fin de l'été et à l'automne, à une quête de territoires libres.

Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

Originaire des forêts montagnardes du Nord et du Centre de l'Europe, le Pic noir est en expansion depuis les années 60. Il a colonisé progressivement les massifs forestiers en plaine et son aire de répartition s'est étendue vers l'Ouest de l'Europe. La population européenne, stable, est estimée entre 740 000 et 1 400 000 couples (BirdLife International, 2004). En France, le Pic noir était connu jusqu'en 1955 uniquement en montagnes. Sa répartition s'est étendue depuis les plaines de l'Est et du Centre de la France, avant d'atteindre la Bretagne dans les années 90. La population nicheuse est estimée entre 8 000 et 32 000 couples (BirdLife International, 2004).

En Ile-de-France, la population nicheuse, estimée entre 150 et 180 couples, est en progression depuis les années 60, comme sur le reste du territoire français (LE MARECHAL P., LESAFFRE G., 2000). Le Pic noir reste un nicheur rare mais la tendance d'évolution de ses effectifs est favorable.

Le Pic noir est nicheur sédentaire sur au moins trois secteurs du site Natura 2000. Le nombre de couples n'est pas connu avec précision sur l'ensemble du site Natura 2000, mais il peut être estimé au minimum à 3 couples. Il est relativement faible mais stable, voire en légère augmentation (LPO Ile-de-France, 2003).

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur les entités étudiées

Le Pic noir fréquente les espaces arborés nécessaires à sa reproduction et à son alimentation. Les sites où sa nidification a été observée correspondent à des peuplements forestiers de composition et de structure variables. La présence de vieux arbres à cavités, en quantité et en qualité, indiquent que les pics s'accoutument bien de ces espaces boisés pour réaliser leur cycle de vie. Deux des trois sites concernés sont fréquentés très régulièrement par un nombre important de visiteurs. Néanmoins, l'espèce semble nicher plutôt dans des secteurs moins fréquentés de ces espaces boisés.

Etat de conservation de la population sur le site

Peu de couples semblent présents sur le site Natura 2000. Néanmoins, les effectifs recensés à l'échelle du département semblent montrer des évolutions favorables depuis quelques années (LPO Ile-de-France, 2003) et la reproduction des couples qui ont pu être suivis semble être allée à terme dans chaque cas. Les populations concernées ne semblent pas particulièrement fragiles, les milieux qui les abritent n'étant eux-mêmes pas particulièrement menacés et même plutôt gérés pour la biodiversité qu'ils recèlent.

Le Pic noir est nicheur régulier en Forêt régionale de Bondy (1 couple). Il est contacté chaque année en période de reproduction dans le Bois de Bernouille, bien qu'il n'y ait pas de données permettant de le vérifier. Au niveau du Parc forestier de la Poudrerie et le bois de la Tussion, la reproduction sur ce site semble plutôt irrégulière (DocOb, 2008).

Des individus peuvent être observés en passage en période de reproduction sur trois autres entités du site Natura 2000 (dispersion post-nuptiale des jeunes) : Parc départemental de La Courneuve, le Parc départemental du Sausset et le Parc communal des Beaumonts (DocOb, 2008).

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro automatique du Grand Paris

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris pour le Pic mar sont :

- La destruction par les travaux de l'habitat de reproduction de l'espèce (arbres de gros diamètres notamment) ;
- La pollution des eaux susceptible de diminuer les ressources alimentaires ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet.

Butor étoilé *Botaurus stellaris*

Code Natura 2000 : A 021

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
- Protection nationale : L.414-1 et L.414-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II
- Convention de Bonn : Annexe II
- Liste rouge nationale : Espèce "Vulnérable"

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Ciconiiformes
- Famille : Ardéidés



Description de l'espèce

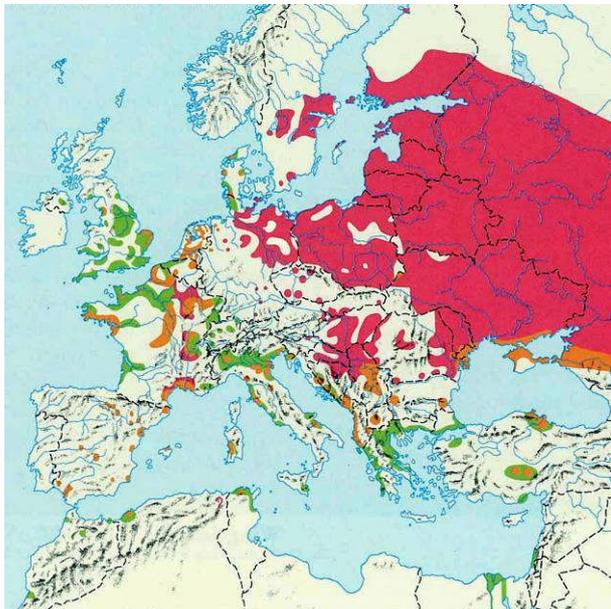
Héron massif brun chaud strié de brun plus foncé. Très mimétique et rarement visible dans son habitat : les roselières. On peut l'apercevoir en vol en général sur de courtes distances. La silhouette est alors typique ressemblant à un mélange de grand hibou et de héron. Sa présence est surtout confirmée par l'écoute de son chant très puissant (audible jusqu'à 5 km) et ressemblant à une « corne de brume ». Le chant s'entend surtout de nuit

Biologie et Ecologie

Habitats

Le Butor étoilé habite les milieux densément végétalisés avec des surfaces en eau libre peu profonde et à faible variation de niveau. Il se trouve notamment dans les marais, marécages, grands étangs, rives de lacs et grandes roselières.

Répartition en France et en Europe



Régime alimentaire

Le régime alimentaire du Butor étoilé est varié. Toutes les proies qu'il peut ingérer sont capturées. L'essentiel des proies est constitué de poissons (Anguille et Cyprinidés), d'insectes aquatiques et d'amphibiens. Parfois, il capture des micromammifères, des reptiles et de jeunes oiseaux.

Reproduction et activités

Le mâle a un comportement territorial dès février et jusqu'à l'envol des jeunes. L'activité de reproduction commence avec l'émission du chant du mâle qui permet de délimiter un territoire et d'attirer des femelles. Le Butor peut s'accoupler ainsi avec 1 à 5 femelles pendant la période de reproduction. Les femelles construisent le nid, couvent et élèvent les jeunes sans l'aide du mâle, ce dernier s'occupant de défendre son territoire.

Le nid est construit avec des roseaux secs à 10 ou 15 cm de l'eau. Il est donc **très sensible à toute variation de niveaux d'eau**, même lente. Les jeunes sont au nombre de 3 à 7 et volent à l'âge de 7 à 8 semaines.

Migrations

Les Butors méditerranéens sont plus ou moins sédentaires et les populations locales sont renforcées en hiver par des oiseaux venus du nord est de l'Europe à partir d'octobre jusqu'à décembre en fonction des conditions climatiques.

Le Butor étoilé est une espèce typiquement européenne se distribuant de l'Espagne à la Russie. L'effectif européen est estimé entre 20 000 et 43 000 mâles chanteurs dont 10 000 à 30 000 pour la Russie.

En France, la population actuelle est estimée entre 300 et 400 mâles chanteurs répartis sur trois zones : le littoral méditerranéen, la Loire-Atlantique et les départements du nord et du nord-est de la France.

Document provisoire strictement confidentiel

Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

Le Butor étoilé est en constante régression en France et dans toute l'Europe. Au niveau européen, l'espèce est considérée comme « Vulnérable ». La population européenne aurait subi un déclin de 20 % entre 1970 et 1990.

En France, l'espèce est considérée comme « Vulnérable » également. La population française était estimée à 500 couples en 1968. Entre 1968 et 1983, la population a subi un fort déclin d'environ 40 % avec 320 couples estimés. Ce constat en fait une des espèces les plus menacées de France.

Le Butor étoilé est un migrateur et un hivernant très rare en Ile-de-France.

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur l'entité étudiée

Sur le Parc de la Courneuve, l'espèce stationne en halte migratoire ou en hivernage dans les roselières installées à proximité de plans d'eau artificiels et naturels.

Etat de conservation de la population sur le site

Au Parc de la Courneuve, l'espèce n'a été observée qu'en migration ; 1 à 2 individus ont été contactés chaque hiver au niveau de l'Etang des Brouillards entre 2001 et 2004. L'ensemble des roselières des plans d'eau du Parc lui sont favorables.

L'espèce a également été observée ailleurs dans la ZPS : dans le Parc départemental du Sausset, le Butor étoilé a été récemment observé (un individu) dans les roselières du marais de Savigny en halte migratoire occasionnelle.

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro automatique du Grand Paris

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris pour le Butor étoilé sont similaires à celles du Blongios nain nicheur qui fréquente les mêmes milieux :

- La collision directe avec les trains ;
- La destruction, par les travaux, de l'habitat de stationnement migratoire de l'espèce (roselières périphériques des plans d'eau) ;
- La dégradation de l'habitat de stationnement par les travaux (modification du réseau hydrique...) ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet.

La Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*

Code Natura 2000 : A 338

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Passeriformes
- Famille : Laniidés

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
- Protection nationale : L.414-1 et L.414-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II
- Liste rouge nationale : Espèce En Déclin



Description de l'espèce

La Pie-grièche écorcheur possède un bec légèrement crochu. Le mâle a la tête et le croupion gris, un large bandeau oculaire noir, un dos marron roux, des ailes marron brun, un menton blanc et une poitrine rosée.

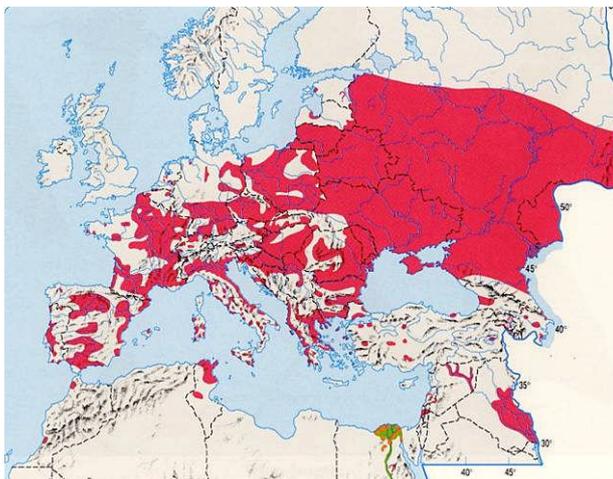
Elle tient son nom de sa technique de chasse. Elle empale ses proies sur les épines des buissons pour se faire des réserves de nourriture.

Biologie et Ecologie

Habitats

L'habitat de la Pie-grièche écorcheur se caractérise par des milieux ouverts de campagne cultivée (prairies de fauche, pâtures, talus enherbés...) parsemés de haies ou bosquets, de zones ponctuelles de buissons épineux ou de broussailles. Elle occupe notamment le prunellier, l'aubépine et la ronce.

Répartition en France et en Europe



La Pie-grièche écorcheur est bien répandue dans le domaine Paléarctique occidental, c'est-à-dire toute l'Eurasie occidentale. En France, l'espèce est présente dans toutes les grandes régions d'élevage, excepté la Bretagne et le Nord-Pas-de-Calais. Elle évite également la zone strictement méditerranéenne car c'est plutôt une espèce des climats tempérés.

Régime alimentaire

La Pie-grièche écorcheur chasse à l'affût à partir de perchoirs. Elle effectue parfois un vol stationnaire pour repérer et capturer ses proies. Son alimentation est constituée principalement d'insectes mais elle capture aussi des micromammifères (campagnols, musaraignes) des grenouilles, des lézards et de jeunes passereaux.

Reproduction et activités

La Pie-grièche écorcheur chasse à l'affût à partir de perchoirs situés le plus souvent entre 1 et 3 mètres au-dessus du sol (poteaux, fils, branches mortes, piquets de clôture). Dans leur très grande majorité, les proies sont capturées au sol. Toutefois, par beau temps, l'espèce peut poursuivre des insectes en vol.

Cette pie-grièche empale régulièrement ses proies, d'où le nom d'« écorcheur ». Il semble toutefois que cette pratique soit essentiellement le fait d'oiseaux vivant en milieu tempéré car ce comportement vise à constituer des stocks de nourriture censés pondérer l'abondance des proies et donc des captures en fonction des conditions météorologiques. La construction du nid se réalise dans un buisson épais et épineux.

Migrations

La Pie-grièche écorcheur est une espèce migratrice transsaharienne. Elle arrive début mai et retourne vers l'Afrique entre fin août et mi-septembre.

Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

L'espèce est assez commune mais en forte régression au niveau national et dans pratiquement toute l'Europe devenant rare et très localisée avec des effectifs soumis à de fortes fluctuations d'année en année. La population européenne est estimée à environ 3 à 5 millions de couples.

En France, 160 000 à 360 000 couples se reproduiraient. L'espèce est en forte régression au niveau national et dans pratiquement toute l'Europe. Les effectifs nicheurs de la Pie-grièche écorcheur sont en régression en Ile-de-France.

En Ile-de-France, la Pie-grièche écorcheur est une migratrice rare.

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur le site

Sur le Parc de la Courneuve, l'espèce stationne en halte migratoire dans les zones de friches garnies de buissons épineux, ainsi qu'au niveau des lisières de boisements.

Ce type d'habitats se retrouve principalement dans le nord du Parc (zone d'extension et secteur des Maraîchers), le long de la voie ferrée et aux alentours du Grand Lac.

Etat de conservation de la population sur le site

Des groupes d'individus en migration sont observés en 2001 et 2003 (une trentaine de contacts chaque année) sur le Parc de la Courneuve et notamment au niveau de la zone d'extension du Parc et du Vallon écologique.

Cet oiseau est également observé de passage au niveau du plateau d'Avron, autre secteur du pré-site Natura 2000.

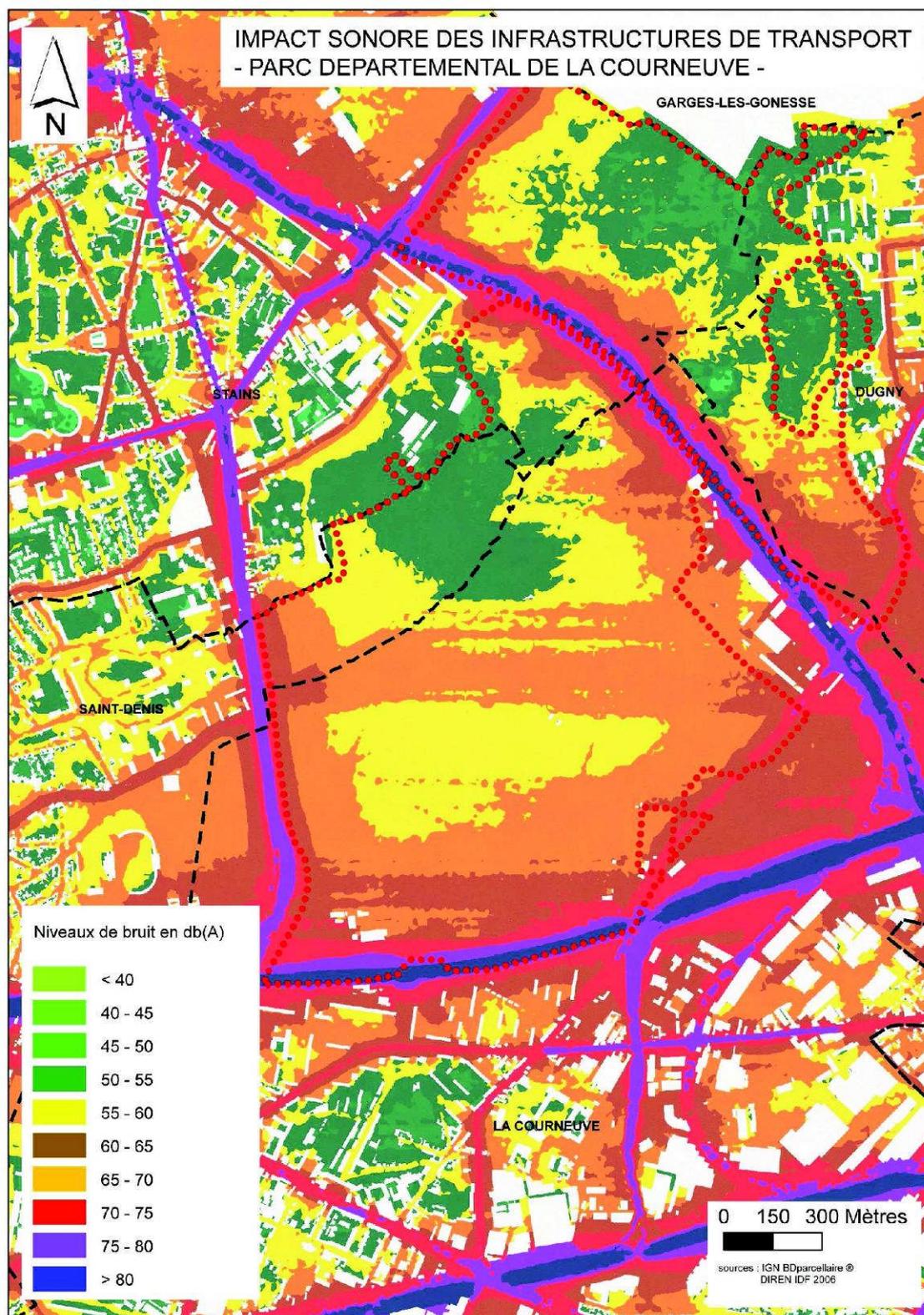
Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro automatique du Grand Paris

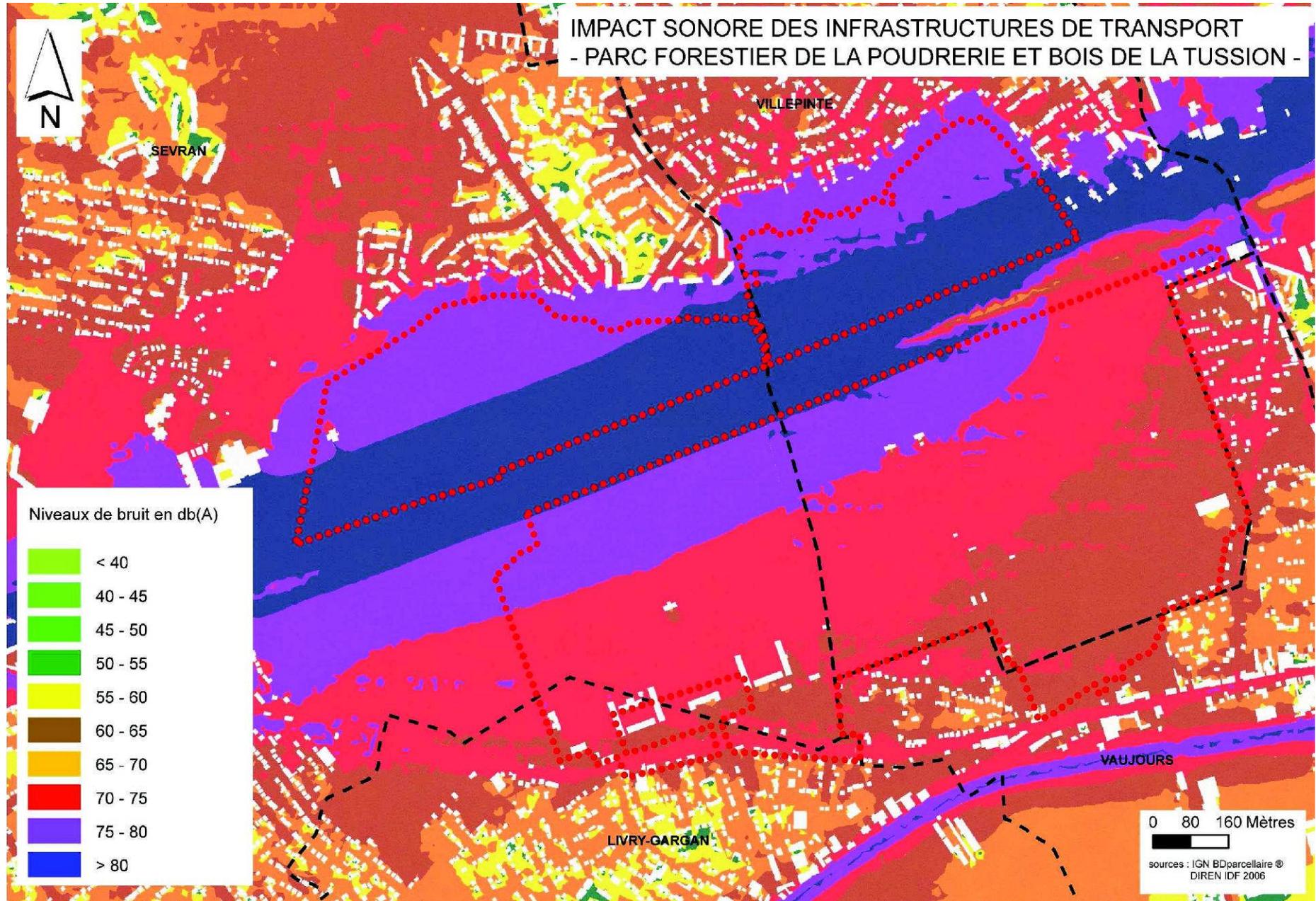
Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris pour la Pie-grièche écorcheur sont les suivantes :

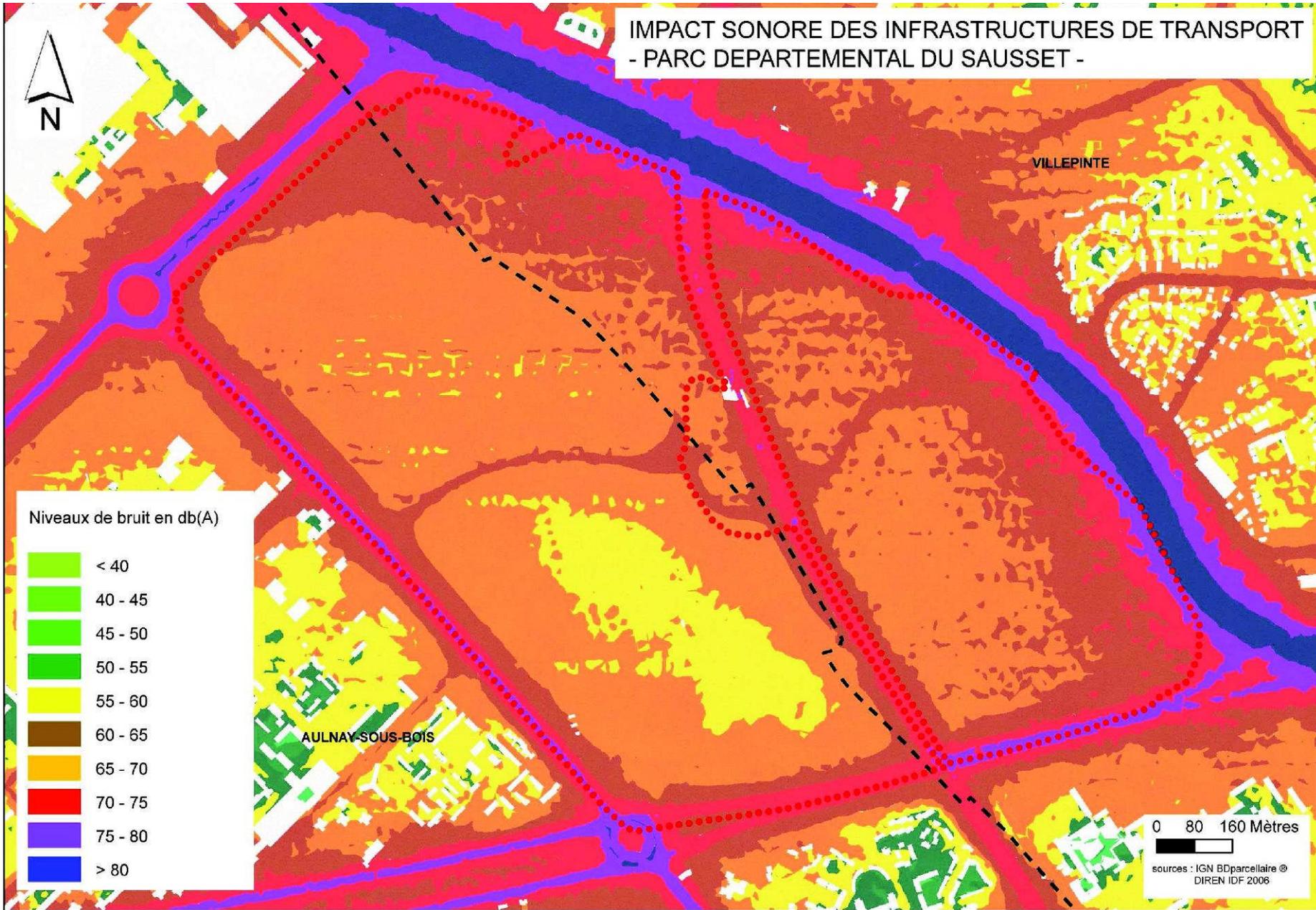
- La collision directe avec les trains ;
- La destruction par les travaux de l'habitat de stationnement migratoire de l'espèce (formations arbustives épineuses) ;
- L'emploi de pesticides dans l'entretien des dépendances vertes de la nouvelle voie ferrée.

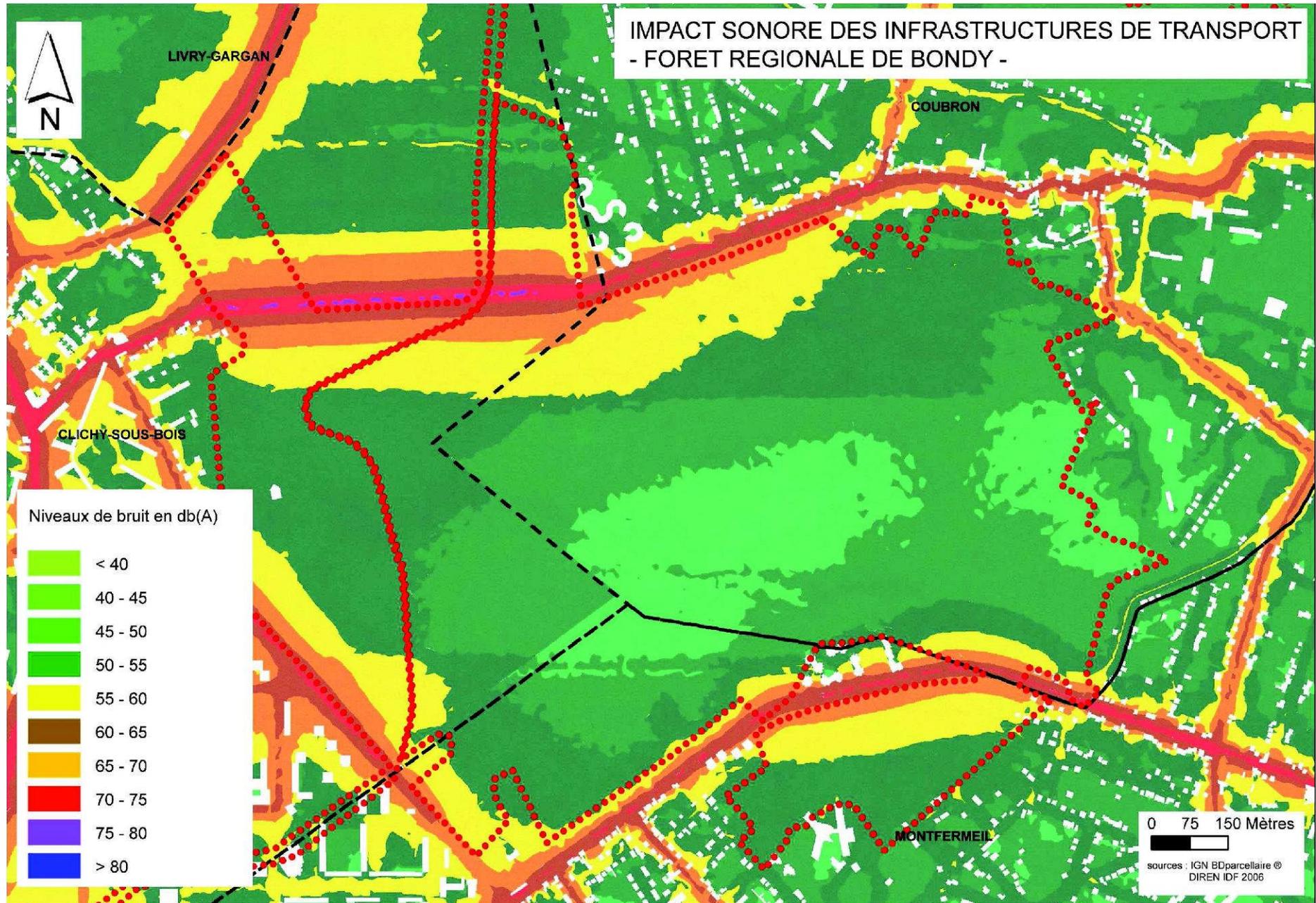
Annexe 13. Annexe III.6.7-2 : Impact sonore des infrastructures de transport sur les entités du site Natura 2000 traitées

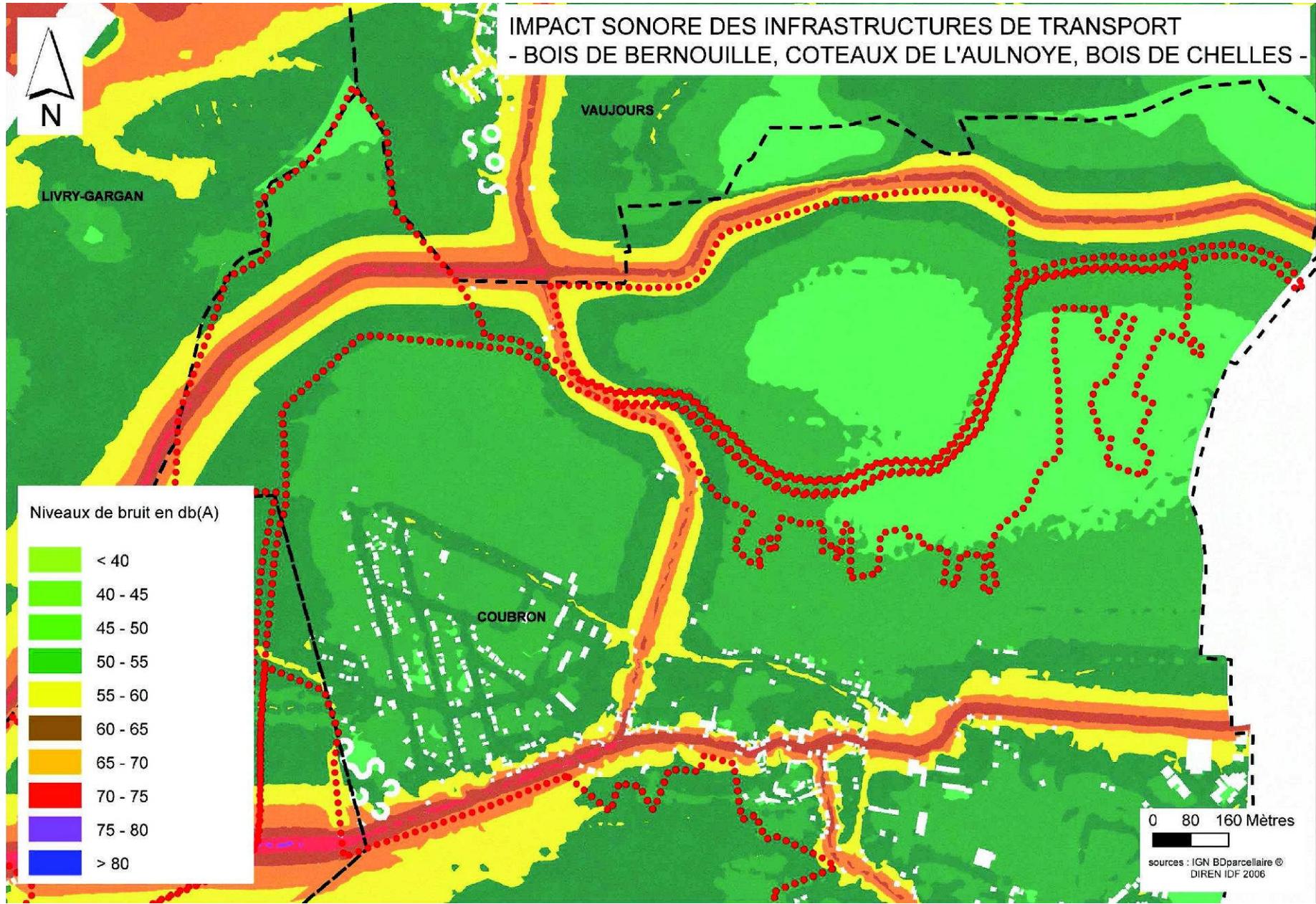
Les six cartes présentées ci-après sont issues du Document d'Objectifs du site Natura 2000 ZPS « Site de Seine-Saint-Denis ».

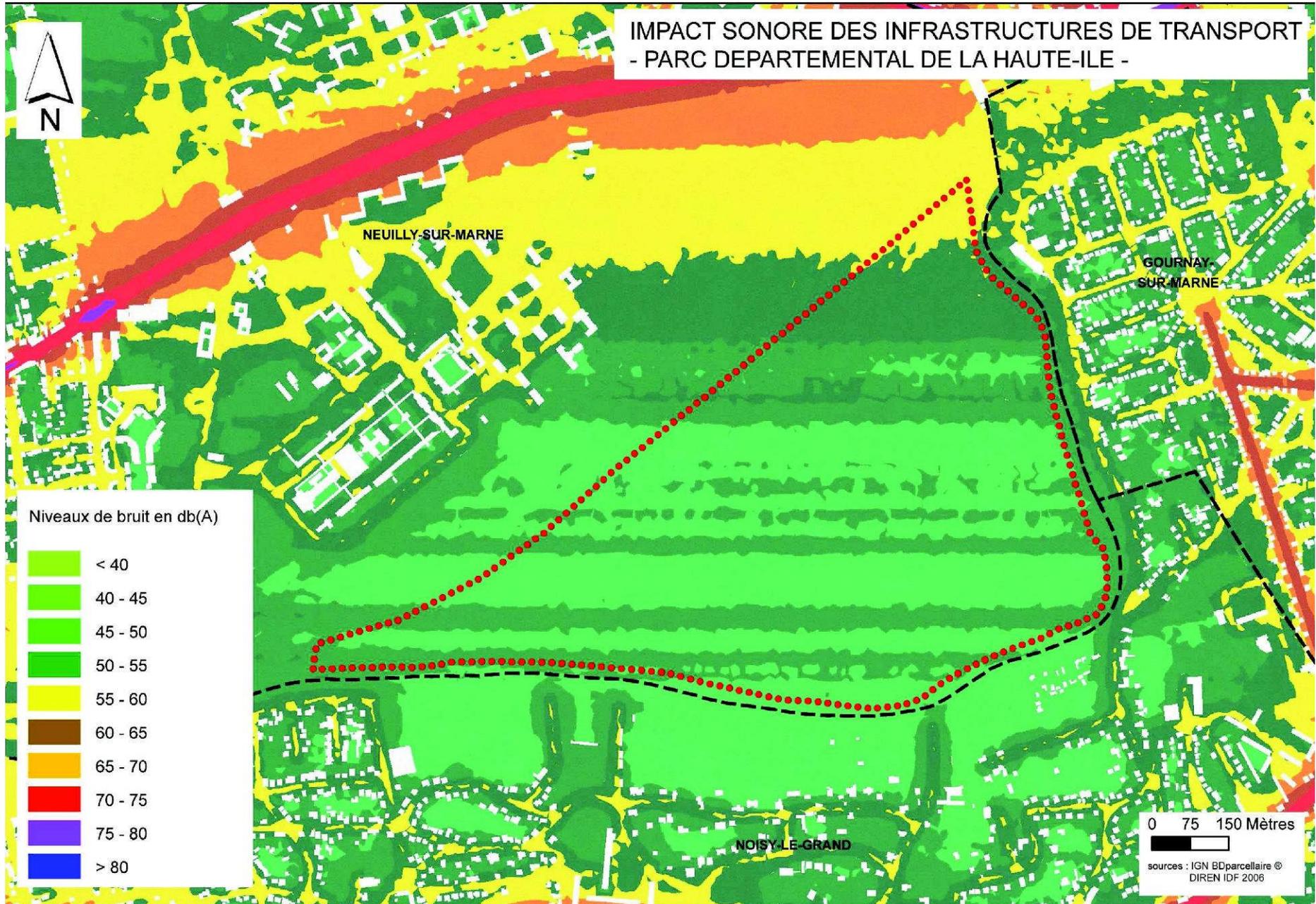












Annexe III.6.9 : Liste des espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire répertoriés dans les FSD des ZPS localisées dans ou à proximité du fuseau

Espèces listées en Annexe I de la Directive et citées dans le FSD		Espèces prioritaires	ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »	ZPS « Boucles de la Marne »	ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches »	ZPS « Etang de Saint-Quentin »
Nom commun	Nom latin		Statut sur le site	Statut sur le site	Statut sur le site	Statut sur le site
Aigrette garzette	Egretta garzetta				Etape migratoire	
Alouette lulu	Lullula arborea				Reproduction Hivernage	
Avocette élégante	Recurvirostra avosetta				Etape migratoire	Etape migratoire
Balbusard pêcheur	Pandion haliaetus			Etape migratoire	Reproduction	Etape migratoire
Blongios nain	Ixobrychus minutus		Reproduction	X	Reproduction	Reproduction Etape migratoire
Bondrée apivore	Pernis apivorus		Reproduction	Reproduction	Reproduction	
Busard cendré	Circus pygargus		Etape migratoire			
Busard des roseaux	Circus aeruginosus			Reproduction Etape migratoire	Reproduction	X
Busard Saint-Martin	Circus cyaneus		Hivernage	Hivernage Etape migratoire	Reproduction Hivernage	
Butor étoilé	Botaurus stellaris		Hivernage Etape migratoire	Hivernage	Hivernage	Hivernage
Combattant varié	Philomachus pugnax			Etape migratoire		Etape migratoire
Echasse blanche	Himantopus himantopus				Etape migratoire	
Engoulevent d'Europe	Caprimulgus europaeus				Reproduction	

Annexe III.6.9 : Liste des espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire répertoriés dans les FSD des ZPS localisées dans ou à proximité du fuseau

Espèces listées en Annexe I de la Directive et citées dans le FSD		Espèces prioritaires	ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »	ZPS « Boucles de la Marne »	ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches »	ZPS « Etang de Saint-Quentin »
Nom commun	Nom latin		Statut sur le site	Statut sur le site	Statut sur le site	Statut sur le site
Fuligule nyroca	Aythya nyroca			Hivernage		
Grande aigrette	Ardea alba				Hivernage Etape migratoire	
Gorgebleue à miroir	Luscinia svecica		Etape migratoire	Reproduction		
Guifette moustac	Chlidonias hybridus				Etape migratoire	
Guifette noire	Chlidonias niger			Etape migratoire	Etape migratoire	Etape migratoire
Harle piette	Mergellus albellus			Hivernage		
Héron pourpré	Ardea purpurea				Etape migratoire	
Hibou des marais	Asio flammeus		Hivernage Etape migratoire	Hivernage		
Maroutette ponctuée	Porzana porzana				Etape migratoire	
Martin pêcheur d'Europe	Alcedo atthis		Résident	Reproduction	Reproduction	Reproduction
Milan noir	Milvus migrans			Reproduction	Reproduction	
Mouette mélanocéphale	Larus melanocephalus			Reproduction	Etape migratoire	
Œdicnème criard	Burhinus oedicephalus			Reproduction Hivernage		
Pic mar	Dendrocopos medius				Résident	

Annexe III.6.9 : Liste des espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire répertoriés dans les FSD des ZPS localisées dans ou à proximité du fuseau

<i>Espèces listées en Annexe I de la Directive et citées dans le FSD</i>		<i>Espèces prioritaires</i>	<i>ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »</i>	<i>ZPS « Boucles de la Marne »</i>	<i>ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches »</i>	<i>ZPS « Etang de Saint-Quentin »</i>
<i>Nom commun</i>	<i>Nom latin</i>		<i>Statut sur le site</i>	<i>Statut sur le site</i>	<i>Statut sur le site</i>	<i>Statut sur le site</i>
Pic noir	Dryocopus martius		Résidente	Reproduction	Résident	
Pie-grièche écorcheur	Lanius collurio		Etape migratoire	Reproduction	Reproduction	
Sterne pierregarin	Sterna hirundo			Reproduction	Etape migratoire	

