

NOUVEAU GRAND PARIS

GRAND PARIS EXPRESS LE RÉSEAU DE TRANSPORT PUBLIC DU GRAND PARIS



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

TRONÇON PONT-DE-SÈVRES < > NOISY – CHAMPS (LIGNE ROUGE - 15 SUD)

PIÈCE **G.2.3**

Étude d'impact globale

Analyse des coûts des pollutions et nuisances
et des avantages pour la société

Sommaire

1	Introduction	7
2	Méthodologie et documents de référence	11
2.1	Méthodologie appliquée aux services écosystémiques	13
2.1.1	Objectifs d'étude des services écosystémiques	13
2.1.2	Présentation des échelles de travail	13
2.1.3	Typologie retenue pour l'occupation du sol	13
2.1.4	Identification des services écosystémiques	14
2.1.5	Evaluation des enjeux associés aux services écosystémiques au sein du fuseau global	17
2.1.6	Limites de la méthode	18
2.2	Méthodologie appliquée aux coûts externes sur l'environnement et la santé	18
2.2.1	Coûts de la pollution atmosphérique	18
2.2.2	Coûts des accidents de la route	19
2.2.3	Coûts des émissions de gaz à effet de serre	19
2.2.4	Coûts des nuisances sonores	20
2.3	Méthodologie appliquée aux coûts de périurbanisation érudables	20
2.3.1	L'intérêt de prendre en compte les coûts de périurbanisation potentiellement épargnés grâce au projet	20
2.3.2	Méthodologie générale	21
2.3.3	Rappel des hypothèses fortes de calcul	21
2.3.4	Références	22
3	Impacts de l'approche socio-économique classique calculée selon l'instruction cadre relative à l'évaluation socio-économique des grands projets d'infrastructures	25
3.1	Coûts de la pollution atmosphérique	27
3.2	Coûts des accidents de la route	27
3.3	Coûts des émissions de gaz à effet de serre	28
3.4	Coûts des nuisances sonores	28
4	Les impacts « élargis » non pris en compte dans la réglementation en vigueur	29
4.1	Analyse des services rendus par la biodiversité dans l'aire d'étude	31
4.1.1	Présentation des milieux (semi)naturels compris dans le fuseau global	31
4.1.2	Présentation des services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels compris dans le fuseau global	32
4.1.3	Impacts envisageables du projet de métro du Grand Paris sur les services écosystémiques identifiés	35
4.1.4	Conclusion	37
4.2	Coûts de périurbanisation érudables	38
4.2.1	Avertissement	38
4.2.2	Consommation des espaces ruraux par l'urbanisation nouvelle	38
4.2.3	Investissement de voiries et réseaux divers économisés pour l'urbanisation nouvelle	39
4.2.4	Coûts d'exploitation des services publics et de rénovation des VRD	40
4.2.5	Synthèse des résultats obtenus pour la période 2005-2035	41
5	Analyse des méthodes et des difficultés rencontrées	43
5.1	Préambule important	45
5.2	Méthodes et limites de l'analyse du milieu physique – climat, topographie et pédologie	45
5.2.1	Climat	45
5.2.2	Topographie	45
5.2.3	Pédologie	45
5.3	Méthodes et limites de l'analyse de la géologie et de l'hydrogéologie	45
5.3.1	Etat initial	45
5.3.2	Méthodes et limites de l'évaluation des impacts sur les eaux souterraines	46
5.4	Eaux superficielles	47
5.5	Milieux Naturels	48
5.5.1	Limite sur la définition du projet à l'échelle globale	48
5.5.2	Limites liées aux données	48
5.5.3	Limites liées à la méthode de travail	48
5.6	Occupation du sous sol et risques naturels et technologiques	49
5.6.1	Réseaux et ouvrages souterrains	49
5.6.2	Bâti et niveau de sous-sol	49
5.6.3	Risques naturels et technologiques	50
5.7	Sols pollués	50
5.7.1	Objectifs	50
5.7.2	Outils / bases de données utilisés	50
5.7.3	Méthodologie	50
5.7.4	Mode opératoire	51
5.7.5	Limites	51
5.8	Population, emploi et occupation du sol	52
5.8.1	Limites liées aux données	52
5.8.2	Limites liées à la méthode de travail	52
5.9	Urbanisme réglementaire	52
5.10	Mobilité	53
5.10.1	Méthodologie	53
5.10.2	Limites	55
5.11	Air, énergie et climat	56
5.11.1	Air	56
5.11.2	Energie	56
5.11.3	Climat	57
5.12	Bruit et Vibrations	57
5.12.1	Bruit	57
5.12.2	Vibrations	58
5.13	Santé	58

6	Bibliographie	59
7	Index des sigles utilisés	63
8	Annexes	67
8.1	Annexe 1 : Correspondance entre les intitulés des postes du MOS (47 postes, 2008), de l'ECOMOS (2000) et la typologie utilisée pour l'étude des services écosystémiques (SE)	69
8.2	Annexe 2 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi)naturels au sein des différents tronçons	70

Liste des figures

<i>Figure II.1-1 : Schématisation du lien entre les milieux et les services écosystémiques. Le milieu C est à l'origine de la production de deux types de services à la différence des milieux A et B qui sont sources d'un plus grand nombre. Néanmoins, les limitations inhérentes à la méthodologie employée ne permettent pas de hiérarchiser leur importance vis-à-vis des services écosystémiques (voir paragraphe ci-dessous).</i>	17
<i>Figure IV.1-1 : Proportions des milieux (semi)naturels au sein du fuseau d'étude</i>	31
<i>Figure IV.1-2 : Surfaces des milieux (semi)naturels au sein de chaque tronçon du fuseau d'étude</i> Erreur ! Signet non défini.	
<i>Figure IV.1-3 : Surfaces relatives à la production des services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels présents au sein du fuseau d'étude. Les services d'approvisionnement apparaissent en marron, de régulation en bleu et socioculturels en jaune.</i>	32
<i>Figure IV.1-4 : Surfaces relatives aux services écosystémiques socioculturels rendus au sein de chaque tronçon du fuseau d'étude</i>	33
<i>Figure IV.1-5 : Surfaces relatives aux services écosystémiques de régulation rendus au sein de chaque tronçon du fuseau d'étude</i>	33
<i>Figure IV.1-6 : Surfaces relatives aux services écosystémiques d'approvisionnement rendus au sein de chaque tronçon du fuseau d'étude</i>	34
<i>Figure V.8-1 : Chaîne de modélisation utilisée (Source : Stratec)</i>	53
<i>Figure V.11-1 : Méthodologie schématique d'évaluation des émissions liées au réseau</i>	56

Liste des tableaux

Tableau II.1-1 : Typologie générale retenue pour l'occupation du sol (définitions adaptées au contexte de l'étude)	14	Tableau III.4-2 : Coûts des nuisances sonores sur la santé	28
Tableau II.1-2 : Liens entre milieux (semi) naturels et services écosystémiques	16	Tableau III.4-3 : Coûts totaux (dépréciation des logements et santé) des nuisances sonores	28
Tableau II.1-3 : Typologie des services écosystémiques identifiés dans le cadre de cette étude	17	Tableau IV.1-1 : Milieux (semi)naturels recensés dans le fuseau d'étude	31
Tableau II.2-1 : Coûts externes de la pollution atmosphériques, valeurs 2000 (€ ₂₀₀₀ /100veh.km)	18	Tableau IV.1-2 : Synthèse par tronçon des enjeux principaux liés aux services écosystémiques	34
Tableau II.2-2 : Coûts externes de la pollution atmosphériques, valeurs 2035 (€ ₂₀₁₀ /100veh.km)	18	Tableau IV.1-3 : Synthèse des impacts potentiels du Métro du Grand Paris sur les services écosystémiques	36
Tableau II.2-3 : Valeurs de la vie humaine et des blessés graves et légers du transport routier pour l'année 2000	19	Tableau IV.2-1 : Surfaces rurales (en ha) consommées par l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 par zone géographique dans le scénario de référence et le scénario de projet « hypothèse basse » (Source : MOS IAURIF 2003, 2008)	38
Tableau II.2-4 : Valeurs de la vie humaine et des blessés graves et légers du transport routier à l'horizon 2035	19	Tableau IV.2-2 : Surfaces rurales (en ha) consommées par l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 par zone géographique dans le scénario de référence et le scénario de projet « hypothèse haute » (Source : MOS IAURIF 2003, 2008)	38
Tableau II.2-5 : Taux d'accidents/blessés/tués par millions véh.km pour 2035 (source : projections : STRATEC, données 2005-2010 : Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011)	19	Tableau IV.2-3 : Consentement à payer annuellement par hectare de frange urbaine par les citoyens selon la frange urbaine considérée (Source : Study into the environmental impacts of increasing the supply of housing in the UK, Department for environment food and rural affairs, Appendix K, April 2004)	39
Tableau II.2-6 : Valeur tutélaire d'une tonne de CO ₂ selon le CAS (Valeur tutélaire du carbone, 2009)	20	Tableau IV.2-4 : Valorisation de la préservation des espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 (en millions d'euros par an) par zone géographique	39
Tableau II.2-7 : Valorisation du bruit de jour en % de la valeur locative des logements.	20	Tableau IV.2-5 : Estimation du coût primaire moyen d'équipement (en € 2008) de trois types de parcelles dans un lotissement avec création de voirie (largeurs à front de voirie de 7, 20 et 30 m) (Source : Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau, J.M. Halleux, J.M. Lambotte, 2008, p.28)	40
Tableau II.3-1 : Chiffres de la population et des emplois en 2005 et en 2035 en Ile-de-France pour le scénario de référence et les deux scénarios de projet et différentiels (Source : données INSEE 2005, hypothèses d'évolution démographiques transmises par le Maître d'ouvrage - Graphisme : Stratec, 2012)	22	Tableau IV.2-6 : Surfaces rurales et surfaces ouvertes (en ha) consommées par l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 par zone géographique dans le scénario de référence et le scénario de projet « hypothèse basse » et coûts de viabilisation totaux engendrés par cette urbanisation (Source : Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau, J.M. Halleux, J.M. Lambotte, 2007)	40
Tableau III.1-1 : Impact du projet sur les distances parcourues en Ile-de-France par les véhicules légers à l'horizon 2035 et selon les hypothèses basses et hautes.	27	Tableau IV.2-7 : Surfaces rurales et surfaces ouvertes (en ha) consommées par l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 par zone géographique dans le scénario de référence et le scénario de projet « hypothèse haute » et coûts de viabilisation totaux engendrés par cette urbanisation (Source : Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau, J.M. Halleux, J.M. Lambotte, 2007)	40
Tableau III.1-2 : Coûts annuels (en € ₂₀₁₀) de la pollution atmosphérique à l'horizon 2035 et selon les hypothèses basses et hautes.	27	Tableau IV.2-8 : Synthèse des coûts collectifs calculés	41
Tableau III.1-3 : Indice Pollution Population (IPP) pour les PM10 et le NO ₂ issus du trafic routier uniquement à l'horizon 2035 selon les différentes hypothèses et les différents scénarios.	27	Tableau V.7-1 : Grille de notation	51
Tableau III.1-4 : Coûts annuels (en € ₂₀₁₀) de la pollution atmosphérique à l'horizon 2035 calculés sur base des variations d'IPP et selon les hypothèses basses et hautes.	27	Tableau V.7-2 : Fiabilité des données	51
Tableau III.2-1 : différences des distances parcourues par les véhicules légers sur les différents types de routes entre le projet et la référence et selon les hypothèses basses et hautes	27	Tableau V.8-1 : Liste des scénarios testés (Source : Stratec)	54
Tableau III.2-2 : Coûts des accidents de la route (en € ₂₀₁₀) pour l'année 2035	28		
Tableau III.3-1 : Emissions totales évitées aux horizons 2035 et 2050	28		
Tableau 3.3-2 : Coûts des émissions de gaz à effet de serre selon les valeurs définies dans l'instruction cadre aux horizons 2035 et 2050 (cumul de toutes les années précédentes).	28		
Tableau III.3-3 : Coûts des émissions de gaz à effet de serre selon les valeurs définies par le CAS (2009) aux horizons 2035 et 2050 (cumul de toutes les années précédentes).	28		
Tableau III.4-1 : Coûts des nuisances sonores sur la dépréciation des logements	28		

1 Introduction

Le présent rapport comporte deux parties distinctes. La première partie concerne l'évaluation des coûts pour la collectivité des nuisances et des avantages induits par l'infrastructure. La deuxième partie passe, quant-à-elle, en revue les méthodologies utilisées lors de l'analyse des impacts et commente les limites de l'approche adoptée et les difficultés rencontrées.

L'« analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité » est une partie réglementaire de l'étude d'impact spécifique aux infrastructures de transport. Cette partie fait suite à l'exercice de quantification des impacts du projet, objet de la phase 2, et dont les résultats sont la base pour l'évaluation des coûts collectifs. L'analyse doit mettre en évidence les externalités du projet pour l'environnement afin de pouvoir les mettre en balance avec les avantages que la collectivité peut en attendre. L'analyse des coûts collectifs représente donc un enjeu important pour le développement d'un système de transport plus durable, en accord avec les engagements du Grenelle de l'environnement.

L'analyse porte, dans un premier temps, sur les coûts et avantages induits par le projet sur l'environnement et la santé tels que pris classiquement en compte dans les études socio-économiques. Il s'agit donc principalement, dans le cadre du Grand Paris, d'évaluer les coûts collectifs liés aux pollutions atmosphériques, aux nuisances sonores, à la sécurité routière et aux émissions de gaz à effet de serre. Les principes qui conduisent cette évaluation sont inscrits dans l'instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport.

L'approche proposée ne se limite toutefois pas à ces externalités mais approfondit, dans un second temps, l'analyse aux services écosystémiques et à la consommation d'espaces verts. En effet, l'analyse des impacts a permis de souligner l'importance des effets potentiellement induits par le réseau du Grand Paris sur l'étalement urbain. La monétarisation de ces effets permet ainsi de comparer leur importance avec les autres avantages et inconvénients du projet.

La partie « Analyse des méthodes et des difficultés rencontrées » présente ensuite les limites des méthodologies utilisées lors de l'analyse des impacts induits par le projet et détaille les principales difficultés rencontrées. L'évaluation des impacts d'une infrastructure telle que le Grand Paris nécessite l'utilisation de nombreux modèles qui comportent tous un certain degré d'incertitude. Les projections futures sont également inévitablement assorties d'un degré d'incertitude qu'il est important de prendre en compte lors de l'interprétation des résultats. Dans cette partie, les limites méthodologiques de l'analyse sont donc détaillées et mises en regard avec les objectifs attendus du projet.

2 Méthodologie et documents de référence

2.1 Méthodologie appliquée aux services écosystémiques

2.1.1 Objectifs d'étude des services écosystémiques

Consacrés en 2005 par l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire¹ (MEA, 2005), les services écosystémiques soulignent le lien étroit entre la biodiversité et son utilisation par les sociétés humaines. A chaque type d'écosystème correspondent des fonctions et des services différents, dont le niveau de réalisation dépend de (i) la santé de l'écosystème, (ii) des pressions qui s'exercent sur lui, mais également (iii) de l'usage qu'en font les sociétés dans un contexte géographique et socioéconomique donné. Ainsi, l'existence d'un service écosystémique dépend tout autant de processus écologiques que des pratiques sociales qui en déterminent son utilisation.

Concrètement, l'évaluation des services rendus permet par exemple d'identifier l'ensemble des usages et valeurs multiples d'un écosystème afin d'appuyer certaines décisions en rapport avec l'utilisation rationnelle des écosystèmes, leur conservation et leur gestion durable. En outre, elle permet également de :

- (1) démontrer la contribution des écosystèmes à l'économie locale ou nationale et au bien-être humain afin d'encourager la conservation et l'utilisation durable de l'environnement ;
- (2) garantir une prise de décision appropriée dans le cadre de l'évaluation d'impact sur l'environnement ;
- (3) réaliser une analyse coût-bénéfice permettant de comparer différents projets d'utilisation ou de modification d'un écosystème donné.

Dans le cadre du projet du Métro du Grand Paris cet outil permet de compléter l'évaluation environnementale par une analyse fine des enjeux sociétaux en lien avec les milieux naturels et semi-naturels potentiellement impactés par le projet. En d'autres mots, elle apporte les éléments nécessaires pour une meilleure prise en compte de la biodiversité par une évaluation du poids des biens et services rendus par les écosystèmes dans le développement de l'activité économique et du bien-être humain.

En outre, puisqu'il a été démontré que la construction du métro permettrait de limiter la consommation de plus de 14 000 ha d'espaces naturels, ce travail se présente comme un appui à une démarche prospectiviste de comparaison des coûts et bénéfices du projet d'un point de vue de la préservation de la biodiversité et de la fonctionnalité des écosystèmes.

Ainsi, l'objectif de ce travail est double. Il s'agit :

- (1) d'évaluer l'impact du projet sur la consommation d'espaces naturels et semi-naturels et sur les services rendus par ces milieux ;**
- (2) d'apporter des éléments quant aux avantages et risques environnementaux liés à aux scénarios d'étalement *versus* de concentration urbaine pour lesquels le métro joue un rôle prépondérant.**

Ce travail a été réalisé en trois étapes :

- Définition d'une typologie des systèmes naturels et semi-naturels rencontrés sur le périmètre d'étude ;
- Identification et, selon les données disponibles, quantification des services rendus par ces milieux ;
- Evaluation de l'impact du projet à l'échelle du fuseau d'étude global et à l'échelle des tronçons sur les services rendus.

Les résultats obtenus ont été complétés par une analyse qualitative des coût-bénéfices associés à la préservation de quelques 14 000 ha d'espaces naturels à l'horizon 2035 dans le scénario avec projet (cf. rapport de phase 2, partie 3.7.2) par rapport au scénario de référence.

2.1.2 Présentation des échelles de travail

Dans le cadre de l'étude d'impact globale, les services écosystémiques ont été étudiés à l'échelle du fuseau d'étude. Des zooms ont également été effectués à l'échelle des tronçons de manière à préciser leurs enjeux.

2.1.3 Typologie retenue pour l'occupation du sol

La première étape de ce travail a consisté à lister les différents types d'habitats naturels et semi-naturels rencontrés sur le périmètre d'étude. Une typologie d'occupation des sols a été réalisée sur la base des données issues des couches d'occupation du sol produites par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Ile-de-France (IAU-Île-de-France) :

- Le MOS 47 postes, cartographie détaillée du mode d'occupation des sols axée sur l'urbanisation (version réactualisée en 2008) ;
- L'ECOMOS, cartographie des milieux naturels basée sur la réinterprétation des postes « naturels » du MOS, de façon à créer une couche compatible avec ce dernier (version unique de 2000).

Certains milieux (ou postes du MOS et de l'ECOMOS) présentant le même fonctionnement ont été regroupés. Les milieux ne produisant ni biens ni services écosystémiques ont été supprimés (ex : habitats, commerces, gares routières, zones de chantier, Un tableau de correspondance entre les intitulés du MOS/ECOMOS et la typologie utilisée pour l'étude des services écosystémiques figure en annexe 2.1.3. Les libellés de cette nouvelle typologie ainsi que leurs définitions sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

¹ Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

Tableau 2.1-1 : Typologie générale retenue pour l'occupation du sol (définitions adaptées au contexte de l'étude)

Catégories	Sous-catégories	Définition
Milieux forestiers	Espaces boisés	Forêts, coupes ou clairières en forêt et sols à nu décapés.
	Plantations	Plantations de peupleraies et de résineux.
Milieux aquatiques	Zones humides	Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres.
	Eau	Tout cours d'eau permanent sans restriction de largeur maximum.
	Plans d'eau	Plan d'eau avec végétation aquatique, plan d'eau permanent libre et plan d'eau avec nénuphar.
	Cultures	Surfaces en herbe à caractère agricole. Terres labourées comprenant toutes formes de cultures annuelles, à l'exclusion des maraîchages et cultures florales. Cultures à gibier et leurs parcelles boisées.
Milieux agricoles	Cultures intensives	Toutes cultures sous serres, châssis, arceaux.
	Cultures spécialisées	Maraîchage et horticulture. Cultures intensives annuelles de plein air, cultures légumières de plein champ, les maraîchages sans serres, ni châssis, les cultures florales, ...
	Jardins familiaux	Il s'agit de jardins, vergers, potagers sur des parcelles indépendantes de l'habitat d'usage familial et non de production agricole.
	Vergers	Toutes cultures fruitières de plus de 1000 m ² homogènes et de production commerciale. Éventuellement la vigne sera classée dans ce thème.
	Friches	Végétation clairsemée, friche herbacée, friche sur ancienne terre agricole.
Milieux ouverts	Prairies	Surfaces en herbe non agricoles associées aux infrastructures, aux terrains de manœuvre militaires, aux abords des pistes d'aérodromes, aux couloirs des lignes à haute tension, aux châteaux et similaires Pelouse en carrière, pelouse calcaire, mésophiles, herbacée
	Vacant rural	Carrières abandonnées, terrains de manœuvres, vergers abandonnés, emprise de déboisement des lignes électriques.
	Terrains vacants	Terrains vagues en milieu urbain, terrains libres, non bâtis.
Parcs et jardins	Jardins	Jardins d'agrément, potagers ou vergers liés à l'habitat individuel ou rural et d'une superficie inférieure à 5000 m ² et supérieure à 1000 m ² environ par parcelles. Les jardins hors agglomération avec abris, cabane, etc. sont classés dans ce thème.
	Parcs et jardins	Parcs et jardins (publics ou privés) dont la superficie est supérieure à environ 5000 m ² . Dans le cas d'une très grande propriété dont une partie est boisée, les diverses composantes sont dissociées (en bois, parc, eau, ...). Parcs liés aux activités de loisirs (parcs animaliers, zoos, parcs d'attractions, centres de loisirs sans hébergements), formations multi strates liées aux infrastructures ou installations.

Dans le cadre de l'étude d'impact globale, seule la typologie la plus générale a été utilisée (par catégorie). La nomenclature par sous-catégorie a été mise en œuvre à l'échelle des tronçons afin de détailler plus précisément les services qui pourraient être impactés.

2.1.4 Identification des services écosystémiques

L'étape suivante a consisté à lister les différents services rendus par les systèmes naturels et semi-naturels listés ci-dessus en se basant sur une typologie adaptée issue de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (Millenium Ecosystem Assessment (MEA), 2005)² ainsi que de l'étude réalisée en 2009 pour le ministère de l'écologie (Application du Millenium Ecosystem Assessment à la France, 2009)³.

L'ensemble de ces services a été réparti selon trois catégories⁴ :

- Les **services d'approvisionnement**, désignant la production de biens par les écosystèmes et consommés par l'être humain : production agricole, production de bois etc... ;
- Les **services de régulation**, c'est-à-dire les processus qui canalisent certains phénomènes naturels et ont un impact positif sur le bien-être humain, par exemple par la protection contre des phénomènes naturels nuisibles tels que les catastrophes naturelles, l'atténuation des pollutions de l'eau et de l'air... ;
- Les **services socioculturels**, à savoir les bénéfiques immatériels que l'être humain tire de la nature en termes de santé, de liberté, d'identité, de connaissance, de plaisir esthétique et de loisirs (pêche de loisir, sports de nature, support de recherche...).

☞ Dans le cadre de cette étude, 15 services écosystémiques ont été identifiés dans le périmètre d'étude. Ces services écosystémiques reposent sur des fonctions écologiques, elles-mêmes assurées par l'activité biologique de certains groupes d'organismes ou par la structuration des milieux. L'autoépuration des eaux est par exemple liée à la biodégradation des xénobiotiques par les micro-organismes ou au piégeage de l'azote par certaines espèces végétales. La production agricole ou la récolte de bois dépendent de la production primaire des végétaux mais également de la fertilité des sols ou de la stabilité des milieux vis-à-vis des variations de l'environnement. Notons néanmoins que cette liste n'est pas exhaustive car certains services sont difficiles à qualifier ou parfois même contestés. Il faut par ailleurs préciser que certains choix pourraient être nuancés au cas par cas. Par exemple, certains vergers, ne subissant pas un apport massif d'herbicide/insecticide pourraient contribuer au service de pollinisation. A l'inverse, les milieux ouverts peuvent effectivement jouer un rôle en termes d'écritage des crues dans le périmètre d'étude mais ceci dépend de leur localisation géographique. Il est donc important de souligner que ce tableau a été établi en tenant compte du contexte de l'île de France et ne peut être transposé facilement à une échelle plus locale ou à un autre contexte géographique ou socio-économique.

² Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.

³ Credoc, Asconit, Pareto, Biotope (2009) Application du MEA à la France.

⁴ Les services de support ne sont pas mentionnés ici car ils sont considérés comme étant à l'origine de l'ensemble des services d'approvisionnement, de régulation et à caractère social.

Nous avons résumé ci-dessous les postulats sur lesquels nous nous sommes appuyés pour construire cette liste :

- La biodiversité n'est pas en soi un service écosystémique, elle sous-tend la fourniture de ces services. La valeur que certains accordent à la biodiversité est reflétée dans le service socioculturel parfois intitulé « valeur intrinsèque et patrimoniale de la biodiversité » ou encore « valeur de la biodiversité ». Ce service est valorisé à travers la réalisation d'étude dites contingentes basées sur le consentement à payer. Les résultats de l'évaluation selon cette méthode se trouvent au point 4.2.2 en page 38.
- La cueillette terrestre telle que pratiquée dans les jardins familiaux ou lors de randonnées en forêt (récolte de champignons) a été considérée comme un service distinct de celui de production agricole car l'utilisateur et la démarche diffèrent. Dans le cas du service de production agricole, des exploitants récoltent le fruit de la production dans le but d'approvisionner en nourriture la société. Dans le cas du service de cueillette terrestre, des particuliers engagent des dépenses afin de récolter des produits qu'ils consomment immédiatement (adhésion, coût de transport pour se rendre en forêt etc..) ;
- Les minéraux, la pierre de construction et les combustibles fossiles ne sont pas des services écosystémiques. La quantité et la qualité de ces matériaux ne dépendent pas de la composante vivante des écosystèmes actuels même si certains découlent de l'activité des organismes vivants il y a des millions d'années. C'est donc bien l'horizon temporel qui explique ce choix ;
- Le transport fluvial n'est pas considéré comme un service écosystémique ;
- La présence d'eau douce (en termes quantitatif) est généralement considérée comme un service écosystémique. Néanmoins, la définition de ce service n'est pas toujours évidente surtout lorsque l'objectif est la quantification et/ou la monétarisation. En effet, si les écosystèmes ont effectivement un impact sur le cycle de l'eau à travers les processus d'absorption et d'évapotranspiration, le service qui est généralement mis en avant concerne le rôle des milieux naturels dans la régulation temporelle et spatiale des débits en surface et la recharge des aquifères. Or le lien entre les écosystèmes et ces mécanismes de régulation est à l'heure actuelle difficile à estimer. Par ailleurs, une déconnexion spatiale entre les systèmes producteurs de services et les bénéficiaires est généralement observée. La recharge des aquifères peut bénéficier à des populations situés à l'extérieur de l'aire d'étude rendant l'évaluation des enjeux délicate. Pour ces différentes raisons, ce service n'a pas été inclus dans cette étude ;

Soulignons enfin que les effets de la biodiversité sur les fonctions écologiques contribuant à chacun de ces services peuvent être positifs – ces bénéfices constituent des services à proprement parler –, mais également négatifs – entraînant alors des dommages économiques ou sociétaux (*dis-services* dans la terminologie du MEA). Ces dis-services peuvent parfois être générés par une mauvaise gestion des milieux naturels. C'est par exemple le cas dans le domaine de l'agriculture où l'épandage massif d'herbicide ou de pesticide peut affecter la survie des insectes, limitant la pollinisation et au final la production. Ainsi l'usage non rationalisé de ces services par la société peut à long-terme remettre en question leur existence propre.

Chaque milieu, de par son fonctionnement, est à l'origine d'un certain nombre de services. Dans le tableau II.1-2, nous avons listé les services rendus par chaque type d'habitats naturels et semi-naturels rencontrés sur le périmètre d'étude.

Tableau 2.1-2 : Liens entre milieux (semi) naturels et services écosystémiques

Services écosystémiques		Milieu forestiers		Milieux aquatiques			Milieux agricoles					Parcs et jardins		Milieux ouverts			
		Espaces boisés	Plantations	Zones humides	Eau	Plan d'eau	Cultures	Cultures intensives	Cultures spécialisées	Jardins familiaux	Vergers	Jardins	Parcs urbains	Friches	Prairies	Terrains vacants	Vacant rural
APPROVISIONNEMENT	Production agricole																
	Cueillette terrestre																
	Récolte de bois																
REGULATION	Ecrêtement des crues																
	Soutien d'étiage																
	Autoépuration de l'eau																
	Purification de la qualité de l'air																
	Régulation du climat global																
SOCIO-CULTUREL	Régulation du climat local																
	Contribution à la pollinisation																
	Paysage																
	Chasse																
	Pêche de loisir																
	Sports de nature																
	Tourisme et loisirs de nature																

L'ensemble des services écosystémiques présentés dans le tableau ci-dessus sont définis dans le tableau II.1-3 ci-après.

Tableau 2.1-3 : Typologie des services écosystémiques identifiés dans le cadre de cette étude

	Services écosystémiques	Définition
APPROVISIONNEMENT	Production agricole	Surfaces fertiles qui, par leur mise en production ou leur utilisation comme surface d'élevage pour le bétail, constituent des facteurs de production valorisés par les exploitations agricoles et contribuent à approvisionner en nourriture la société.
	Cueillette terrestre	Activité consistant à prélever une production végétale qui participe à l'approvisionnement des êtres humains en biens à usage principalement alimentaire (e.g, jardins familiaux). Elle peut également être considérée comme un service à caractère social.
	Récolte de bois	Service issu de la production de biomasse ligneuse par les écosystèmes qui permet de fournir la matière nécessaire à de nombreuses activités humaines à travers trois filières de transformation (bois de chauffage, bois d'industrie et bois d'œuvre).
REGULATION	Ecrêtement des crues	Capacité des écosystèmes à compenser, en partie, les précipitations et les variations du niveau des eaux et donc à faciliter l'écêtement des crues.
	Soutien d'étiage	Régulation de l'effet sécheresse par les écosystèmes, grâce à leurs capacités de stockage de l'eau puis de restitution en période d'étiage.
	Autoépuration des eaux	Service permettant de disposer d'une eau propre et utilisable, ou nécessitant un moindre traitement, notamment pour la consommation d'eau douce, mais aussi pour toutes activités nécessitant des milieux aquatiques sains. Les écotones (à la frontière entre eau et terre comme par exemple les roselières) sont ceux qui participent le plus à la qualité et à la quantité du service rendu.
	Purification de la qualité de l'air	Diminution des concentrations en gaz polluants ainsi qu'en particules en suspension dans l'air grâce à une absorption de ces particules par les végétaux.
	Régulation du climat global	Régulation des flux de carbone dont les gaz à effet de serre (séquestration du carbone par les systèmes végétaux), et lutte contre les changements climatiques globaux.
	Régulation du climat local	Régulation locale de la température, des précipitations et du vent grâce à différents processus naturels assurés par les végétaux dont les principaux sont l'évapotranspiration et l'effet albédo.
SOCIO-CULTUREL	Contribution à la pollinisation	Ce service est assuré par tout milieu favorisant la diversité et l'abondance des insectes pollinisateurs.
	Paysage	Aménités apportées aux êtres humains en améliorant leur cadre de vie.
	Chasse	Activité de loisir et de détente assurée par la présence de gibier mais également par le cadre naturel dans lequel se déroule cette activité récréative. Cette activité exclut toute commercialisation.
	Pêche de loisir	Activité de capture des animaux aquatiques dans leur milieu naturel. Cette activité exclut toute commercialisation.
	Sports de nature	Aménités apportées aux êtres humains par la réalisation d'activités sportives réalisées en milieux naturels et semi-naturels.

Services écosystémiques	Définition
Tourisme de nature	Forme de tourisme pour laquelle la motivation principale est l'observation et l'appréciation de la nature. Elle inclut les activités de loisirs qui peuvent avoir un caractère sportif.

2.1.5 Evaluation des enjeux associés aux services écosystémiques au sein du fuseau global

Les surfaces des milieux naturels et semi-naturels⁵ au sein du fuseau global, selon les catégories (milieux forestiers, aquatiques, agricoles, ouverts et parcs et jardins) définies dans le tableau IV.1-1, ont été calculées par traitement SIG du MOS et de l'ECOMOS. Les surfaces relatives aux sous-catégories ont également été calculées de manière à préciser les enjeux à l'échelle des tronçons.

Les impacts associés à ces milieux ne sont, à ce stade de l'étude, pas quantifiables car l'emplacement des diverses installations n'est pas défini précisément. Les milieux (semi) naturels présentés dans les résultats qui suivent correspondent donc à des milieux potentiellement impactés par le projet.

Les services écosystémiques n'ont pas été quantifiés ni monétarisés à cette échelle. De ce fait, afin de procéder à l'évaluation des enjeux associés à un service écosystémique, une estimation de la surface totale des milieux (semi)naturels à l'origine de ce service a été calculée (Figure II.1-1).

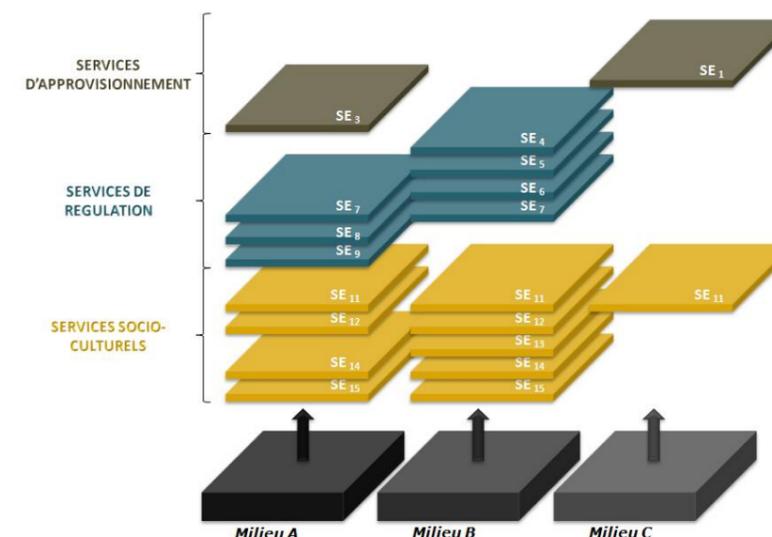


Figure 2.1-1 : Schématisation du lien entre les milieux et les services écosystémiques. Le milieu C est à l'origine de la production de deux types de services à la différence des milieux A et B qui sont sources d'un plus grand nombre. Néanmoins, les limitations inhérentes à la méthodologie employée ne permettent pas de hiérarchiser leur importance vis-à-vis des services écosystémiques (voir paragraphe ci-dessous).

⁵ Par souci de concision, l'intitulé milieux (semi)naturels sera utilisé dans le reste du document.

La surface relative d'un milieu à l'origine de la production d'un service écosystémique est donc égale à la somme des surfaces des milieux (semi)naturels à l'origine de ce service :

$$\text{Surface allouée au } SE_{1,\dots,15} = \sum (\text{Surfaces des milieux à l'origine du } SE_{1,\dots,15})$$

Par exemple, la surface relative au SE_{12} est la somme des surfaces des milieux A et B qui apportent tous deux ce service.

- ☞ Cette méthodologie basée sur les liens entre milieux et services, permet une automatisation des résultats à l'échelle du fuseau global. Néanmoins, à une échelle plus précise, les milieux d'une même catégorie peuvent apporter des services légèrement différents (par exemple, la chasse n'est pas pratiquée dans tous les espaces boisés, ...). Ces précisions nécessitent des investigations plus poussées qui seront effectuées dans le cadre des études d'impact tronçon. Les services présentés dans les résultats qui suivent correspondent donc à des *services écosystémiques potentiellement présents* au sein du fuseau d'étude.
- ☞ La mise en œuvre de cette méthode assume un poids similaire entre services. En d'autres mots, pour une même unité de surface, la valeur du service x sera égale à la valeur du service y que ce soit d'un point de vue quantitatif (ex : nombre de personnes impliquées) ou monétaire. Cette hypothèse constitue donc une limite forte à cette étude.

2.1.6 Limites de la méthode

Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet sont assortis d'un certain nombre de limitations et incertitudes. Du fait de l'ampleur spatiale du projet et du manque de données chiffrées, la quantification et la monétarisation de services est délicate. Un indicateur surfacique (superficie des milieux impactés) a donc été utilisé pour évaluer l'impact potentiel du métro du Grand Paris sur les services écosystémiques. Cette méthode assume un poids similaire entre services.

D'autre part, la liste de services telle que définie dans la section méthodologique ne prétend pas être exhaustive car certains services sont parfois difficiles à qualifier. Enfin, il est important de préciser que dans le cadre de l'étude globale, l'existence de certains services fournis par un milieu donné n'a pas été vérifiée (par exemple, la chasse n'est pas pratiquée dans tous les espaces boisés). Ce travail sera réalisé lors de la réalisation des études d'impact par tronçon.

2.2 Méthodologie appliquée aux coûts externes sur l'environnement et la santé

2.2.1 Coûts de la pollution atmosphérique

L'évaluation des coûts externes de la pollution atmosphérique est régie par l'instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport⁶. Les effets sur la santé de la pollution de l'air étant dépendants de la concentration de polluants et de la densité de population des zones polluées, la méthode proposée se base sur les quantités de trafic selon différentes zones de densité de population. Trois types de zones sont définies : l'urbain dense avec une densité est supérieure à 420 habitants/km², l'urbain diffus avec une densité comprise entre 37 et 420 habitants/km² et la rase campagne avec une densité inférieure à 37 habitants/km².

Les coûts externes associés au trafic dans ces différentes zones ont été définis selon les valeurs du rapport Boiteux⁷. Ils sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2.2-1 : Coûts externes de la pollution atmosphériques, valeurs 2000 (€₂₀₀₀/100veh.km)

	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne	Moyenne
VP	2,9	1,0	0,1	0,9
PL	28,2	9,9	0,6	6,2

Ces valeurs peuvent être considérées comme le produit de deux valeurs, l'une proportionnelle aux émissions polluantes et l'autre proportionnelle à la valeur de la vie humaine. Les progrès techniques permettant de réduire les émissions de polluants atmosphériques, la première valeur est considérée comme diminuant de 5.5% par an pour les véhicules légers et 6.5% par an pour les poids lourds entre 2000 et 2020. La valeur de la vie humaine augmente, par contre, comme la dépense de consommation par tête.

En tenant compte de l'inflation entre 2000 et 2010⁸, une augmentation de la dépense de consommation⁹ de 1.8% par an¹⁰ et d'une prolongation de la tendance d'amélioration des émissions de polluants entre 2020 et 2035, on obtient donc, à l'horizon 2035, les valeurs suivantes :

Tableau 2.2-2 : Coûts externes de la pollution atmosphériques, valeurs 2035 (€₂₀₁₀/100veh.km)

	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne	Moyenne
VP	0.76	0.26	0.03	0.23
PL	5.07	1.78	0.11	1.11

⁶ (G. de Robien, 25 mars 2004 et mise à jour du 27 mai 2005)

⁷ Transports : choix des investissements et coût des nuisances, Commissariat Général du Plan, M. Boiteux, 2001.

⁸ L'inflation est considérée comme égale à 1.66% par an, ce qui correspond à l'évolution du prix CFM entre 2000 et 2010

⁹ +1.4% avant 2030, +1.01% après 2030

¹⁰ Moyenne 2000-2010 de la dépense de consommation finale des ménages, Insee.

L'impact du projet sur les véh.km parcourus selon les différents types de tissu urbain (dense, diffus et campagne) a ensuite été calculé sur base des résultats du modèle MODUS de la DRIEA (voir analyse des incidences sur la qualité de l'air pour plus de détails) et de la densité de population projetée pour chaque commune d'Ile-de-France à l'horizon 2035 selon les hypothèses basses et hautes. En phase chantier, l'itinéraire des camions n'étant pas encore défini, nous nous sommes basés sur la valeur moyenne des différents types de tissu urbain.

Limites de la méthode et améliorations potentielles

L'approche top-down préconisée par l'instruction cadre fournit un coût moyen des pollutions atmosphériques par véhicule.kilomètre parcouru. Bien que cette méthode présente l'avantage d'être facilement applicable, elle ne permet de tenir compte de l'exposition réelle de la population que de manière très sommaire. Elle ne prend, par exemple, pas en compte les variations de vitesses sur les axes routiers qui, comme nous l'avons vu, sont à l'origine de réductions non négligeables d'émissions de polluants atmosphériques.

L'analyse des impacts réalisée dans le cadre de la présente étude se base sur une approche plus fine de l'exposition de la population aux polluants atmosphériques telle que définie dans la circulaire interministérielle 2005-273¹¹. Un modèle de transport couplé à un modèle d'émissions et de dispersion de polluants atmosphériques a ainsi permis de calculer l'Indice Pollution Population (IPP) pour les différents scénarios à l'étude. Cette approche permet de tenir compte de manière beaucoup plus précise de l'évolution du parc automobile et de la complexité des impacts du projet sur le transport routier, en termes de véh.km parcourus mais aussi en termes de vitesses de parcours.

Cet indicateur n'a pas pour finalité d'aboutir à une monétarisation de la pollution de l'air¹². Cependant, une étude de la Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementales réalisée en 2005 propose des hypothèses de valorisation de l'IPP en prenant notamment en compte la perte d'espérance de vie en fonction de l'exposition aux différents polluants. Selon cette méthode, les valeurs monétaires de l'IPP sont de 26,2€₂₀₀₄/pers.µgNO₂/m³ pour le NO₂ et 40,3€₂₀₀₄/pers.µgPM₁₀/m³ pour les PM₁₀.

Bien que l'analyse soit incomplète (elle ne permet de tenir compte que du NO₂ et des PM₁₀) et que très peu d'études d'impact n'aient utilisé cette méthode à ce jour, nous avons également calculé les coûts de la pollution atmosphérique sur base de l'IPP. La cohérence entre les valeurs obtenues selon les deux méthodes a ainsi pu être évaluée.

2.2.2 Coûts des accidents de la route

Le calcul des coûts des accidents de la route se base sur les valeurs de la vie humaine et des blessés définies dans l'Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport (2005). Selon la directive, les valeurs sont les suivantes :

Tableau 2.2-3 : Valeurs de la vie humaine et des blessés graves et légers du transport routier pour l'année 2000

	Transport routier
Tué	1 000 000 € ₂₀₀₀
Blessé grave	150 000 € ₂₀₀₀
Blessé léger	22 000 € ₂₀₀₀

¹¹ Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n° 2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières

¹² Sétra, 2010, Monétarisation des externalités environnementales

Ces valeurs sont considérées comme évoluant au même rythme que la dépense de consommation finale des ménages par tête. Ainsi, en tenant compte d'une inflation de 1.9% par an entre 2000 et 2010 et une consommation finale des ménages augmentant de 1.8% par an, on obtient pour 2035 les valeurs suivantes :

Tableau 2.2-4 : Valeurs de la vie humaine et des blessés graves et légers du transport routier à l'horizon 2035

	Transport routier
Tué	2 253 793 € ₂₀₁₀
Blessé grave	338 069 € ₂₀₁₀
Blessé léger	49 583 € ₂₀₁₀

L'impact du métro sur le nombre d'accidents a, quant-à-lui, été estimé sur base des distances parcourues par les véhicules routiers. Le nombre d'accidents et leur gravité étant largement dépendant du type de route, un taux a été défini pour trois différents types de routes : les autoroutes, les routes nationales (RN) et départementales (RD), et les routes d'agglomération.

Les taux d'accidents ont été calculés sur base des statistiques issues de l'Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière¹³, et projetés à l'horizon 2035 selon les tendances observées entre 2005 et 2010. Ils sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2.2-5 : Taux d'accidents/blessés/tués par millions véh.km pour 2035 (source : projections : STRATEC, données 2005-2010 : Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011))

Taux d'accidents/blessés/tués par millions de véh.km				
Type de route	Accidents	Blessés légers	Blessés graves	Tués
Autoroutes	0,0200	0,0275	0,0115	0,0006
RN + RD	0,0634	0,0871	0,0377	0,0018
Agglomération	0,1123	0,1543	0,0199	0,0010

Le modèle MODUS de la DRIEA ne permet pas de différencier directement les autoroutes, les routes nationales ou départementales et les routes d'agglomération. Cependant, la cause principale des variations observées entre les taux d'accidents étant la vitesse d'impact, il a été possible de différencier les routes selon la vitesse à vide par défaut définie dans le modèle de transport. Ainsi, les taux observés sur les autoroutes ont été appliqués aux voiries où la vitesse à vide par défaut est supérieure à 90km/h, ceux observés sur les routes nationales et départementales aux voiries où cette vitesse est supérieure à 70km/h, et ceux observés sur les routes d'agglomération aux voiries où cette vitesse est inférieure à 70km/h.

2.2.3 Coûts des émissions de gaz à effet de serre

Selon l'Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, le coût d'une tonne de CO₂ est de 27,3€₂₀₀₀ entre 2000 et 2010 puis augmente de 3% par an. La valeur de la tonne de CO₂ à l'horizon serait donc de 69.0€₂₀₁₀ à l'horizon 2035 et 107.5€₂₀₁₀ à l'horizon 2050.

¹³ Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011)

Il est important de noter que contrairement aux valeurs de pollution de l'air, de bruit ou des accidents, la valeur de la tonne de CO₂ n'a pas été définie selon une démarche coût-avantages en évaluant les dommages causés mais bien sur une démarche coût-efficacité en évaluant le niveau de taxation qui permettrait à la France de satisfaire aux engagements de Kyoto¹⁴.

Il est donc pertinent de réviser régulièrement la valeur tutélaire du carbone en fonction de l'évolution des émissions de GES, des politiques et des engagements pris pour limiter le réchauffement climatique. C'est pour cela que sur proposition du ministère chargé de l'écologie, le Premier ministre a demandé en 2008 d'étudier la mise à jour la valeur tutélaire du carbone. Les résultats de ce travail présidé par A. Quinet sont repris dans le rapport du Centre d'analyse stratégique (CAS) sur la valeur tutélaire du carbone (2009).

Les valeurs tutélaire du carbone recommandées par ce rapport sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2.2-6 : Valeur tutélaire d'une tonne de CO₂ selon le CAS (Valeur tutélaire du carbone, 2009)

	2010	2020	2030	2050
Valeur en € ₂₀₀₈	32	56	100	200 (150-350)

La croissance de la valeur s'élève donc à 5.8% par an entre 2010 et 2030 puis de 4% entre 2030 et 2035 et 3.5% après 2035. La valeur de la tonne de CO₂ est donc la même que celle préconisée par l'instruction cadre pour 2010 mais augmente plus rapidement. Ainsi, la valeur de la tonne de carbone serait de 126.3€₂₀₁₀ en 2035 et 207.7€₂₀₁₀ en 2050.

La monétarisation de l'impact du projet sur les émissions de GES sera évaluée en 2035 et 2050 sur base de l'ensemble des émissions induites ou évitées durant toutes les années précédentes depuis l'initiation du projet. En effet, le calcul des émissions imputables à l'année d'étude ne permettrait pas de tenir compte de l'investissement important que requiert la construction de l'infrastructure.

2.2.4 Coûts des nuisances sonores

La valorisation du bruit a été calculée sur base de la méthodologie préconisée par l'Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport. Ainsi la valorisation du bruit est fonction du niveau sonore perçu en façade et estimée comme un pourcentage de la valeur locative des logements. Les taux de dépréciation des valeurs locatives des logements en fonction de l'exposition au bruit du jour sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2.2-7 : Valorisation du bruit de jour en % de la valeur locative des logements.

Leq de jour en façade en dB(A)	55 à 60	60 à 65	65 à 70	70 à 75	Au-delà de 75
% de dépréciation / dB(A)	0,4%	0,8%	0,9%	1%	1,1%

¹⁴ Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, 25 mars 2004 et mise à jour du 27 mai 2005

La valeur de la nuisance en période nocturne pour un niveau sonore donné est identique à celle que l'on retiendrait en période diurne pour le même niveau sonore augmenté de 5 dB(A). Nous avons par ailleurs pris en compte la fermeture du métro durant une partie de la nuit pour évaluer les nuisances sonores imputables au projet.

Le loyer moyen est considéré comme étant égal à 473 €₂₀₀₀ par mois, à indexer sur le taux de croissance du PIB¹⁵. Le loyer réajusté s'élève donc à 1003.2€₂₀₁₀ en 2035.

A partir de l'impact du métro sur la population exposée aux différents niveaux sonores évalué dans la partie Bruit et vibrations de la phase 2 de cette étude, il a été possible de calculer le nombre de logements impactés en utilisant le taux d'occupation des logements en IDF de l'INSEE¹⁶. Ce taux d'occupation est de 2,3 habitants/logement.

De plus, à un niveau élevé, le bruit peut avoir des effets à long terme sur la santé (problèmes cardio-vasculaires, problèmes de surdité...). Ainsi, l'instruction cadre prévoit de majorer de 30% la valeur unitaire du coût du décibel dans le cas d'une exposition au bruit supérieure à 70 dB(A) le jour et 65 dB(A) la nuit.

Notons que l'analyse se limite à l'impact du bruit routier et n'inclut donc pas les impacts directs du bruit de l'infrastructure lorsqu'elle est implantée en aérien. Cette démarche est cohérente avec l'Instruction cadre car elle mentionne « Le respect des textes réglementaires actuels assure que les nuisances au voisinage du tracé sont pour l'essentiel internalisées dans le coût du projet ». L'impact du métro sur l'exposition au bruit dans les zones proches d'une insertion en aérien sera cependant étudié en détail lors des études par tronçon. Cette analyse permettra donc de vérifier l'internalisation effective des coûts du projet.

2.3 Méthodologie appliquée aux coûts de périurbanisation érudables

2.3.1 L'intérêt de prendre en compte les coûts de périurbanisation potentiellement épargnés grâce au projet

Les hypothèses d'évolutions démographiques définies à l'horizon 2035 par le Maître d'ouvrage¹⁷ montrent des augmentations significatives de la population et de l'emploi en Ile-de-France par rapport à la situation actuelle. Selon ces hypothèses, l'effet projet va induire une augmentation plus importante des soldes migratoires en faveur de la région que dans un scénario sans Métro du Grand Paris, qui se traduirait par l'arrivée de :

- 69 200 habitants et 139 800 emplois supplémentaires dans la région sous l'« hypothèse basse »¹⁸ ;
- 181 600 habitants et 380 200 emplois en plus dans la région sous l'« hypothèse haute »¹⁹.

La croissance prévisible de la population et de l'emploi en Ile-de-France, accentuée par la mise en œuvre du projet, générera des besoins importants en surfaces de plancher et, ce, d'autant

¹⁵ Le taux de croissance du PIB a été considéré comme égal à la valeur calculée annuellement par l'INSEE entre 2000 et 2010 puis croissant de 1.9% par an entre 2010 et 2030 et de 1.54% par an entre 2030 et 2035.

¹⁶ Les conditions de logement en Ile-de-France en 2006

¹⁷ Pour plus de détails sur les modalités de définition des scénarios démographiques, voir le chapitre IV.7 de la phase 2 de la présente étude.

¹⁸ Source : Accord entre l'Etat et la Région, 2012

¹⁹ Source : Secrétariat Régional au développement de la Région Capitale, évaluation stratégique environnementale du projet de métro automatique du Grand Paris, 2009-2010

plus que le phénomène de desserrement des ménages, s'il s'accroît, augmentera la surface habitable par francilien.

Afin d'être en mesure d'accueillir ces besoins, le parc bâti francilien devra nécessairement évoluer pour accroître l'offre en surfaces de plancher disponibles. Or, le taux de croissance du parc est aujourd'hui relativement faible dans les centres d'agglomérations où l'espace disponible est une denrée rare²⁰. C'est pourquoi on peut s'attendre, en l'absence de mesures restrictives d'usage du sol, à un report naturel des besoins de nouvelles constructions vers les franges urbaines périphériques et à une consommation progressive des espaces ruraux de seconde couronne et des régions limitrophes au profit d'un paysage d'habitat pavillonnaire.

Pour qu'un tel accroissement de populations puisse se faire sans avoir de répercussions négatives sur la consommation d'espaces naturels et agricoles, il est nécessaire que l'urbanisation future soit structurée par des opérations planifiées plus denses. Celles-ci devraient s'appuyer sur l'armature d'un réseau de transport public de grande envergure comme celui proposé par le projet de métro du Grand Paris. En effet, la mise en place d'une infrastructure de transport d'une telle envergure, en améliorant significativement l'accessibilité d'une partie du territoire, crée la polarisation requise et rend possible et attractive la concentration urbaine (logements et emplois) à ses abords.

Dans l'exercice d'évaluation des impacts du projet sur l'occupation du sol²¹, il a été souligné :

- d'une part, que le territoire francilien, en particulier le périmètre large d'étude, était en mesure de répondre à l'accroissement prévisible de populations puisque les surfaces de plancher qu'il est théoriquement possible de créer sur ces territoires d'ici à 2035 (en projet ou en référence) sont très largement supérieures aux besoins évalués ;
- d'autre part, que, sous réserve des conditions nécessaires à une concentration des surfaces nouvelles à proximité du réseau de transport en commun, en particulier du Métro du Grand Paris²², la mise en œuvre du projet aurait un impact très positif en matière de limitation de l'étalement urbain et, ce, à grande échelle. Il se traduirait notamment par la préservation de 17 000 à 21 000 ha d'espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle, en et hors de l'Ile-de-France, c'est-à-dire une surface très importante.

L'objet de l'exercice proposé ici est de valoriser en termes financiers la participation du projet à la limitation de l'étalement urbain. Sont estimés ici les bénéfices potentiels imputables au Métro du Grand Paris et dus à ce que sa réalisation rend possible une urbanisation plus dense que celle qui se produirait sans projet. « Potentiels » car ces bénéfices ne seront visibles que si, et seulement si, des mesures d'accompagnement visant à la densification aux abords des arrêts de transport en commun et au renouvellement du parc bâti ne sont mises en œuvre en parallèle du projet.

2.3.2 Méthodologie générale

L'ensemble de la démarche s'appuie sur les résultats de l'exercice de définition de scénarios d'urbanisation 2005-2035 pour le scénario de référence et les deux scénarios de projet dont les hypothèses et les limites sont détaillées au chapitre 4.7 de la phase 2.

Le bilan financier qui en découle intègre les coûts externes liés à l'étalement urbain. On entend par là les coûts marginaux de la construction d'un nouveau bâtiment en termes de consommation d'espace, d'équipements, d'infrastructures et de services publics. Les coûts résultant de l'étalement urbain seront donc plus élevés dans un contexte urbain à faible densité

²⁰ Cf. chapitre 5.7.1 de la phase 1 de la présente étude

²¹ Cf. chapitre 4.7 de la phase 2 de la présente étude

²² Voir, notamment, les mesures d'accompagnement proposées au chapitre 7.7 de la phase 2 de la présente étude

que dans un environnement urbain dense. Ces coûts ne sont généralement pas couverts par les ménages ou l'activité qui les créent mais par la collectivité toute entière, c'est pourquoi on parle de « coûts externes ».

Les coûts externes pris en compte dans ce bilan économique sont :

- les coûts liés à la consommation des espaces ruraux situés en périphérie en lien avec la valeur monétaire que leur accordent les citoyens ;
- les investissements d'extensions des voiries et réseaux divers (VRD) nécessaires à l'extension des zones d'habitat et d'activité ;
- les suppléments de coûts d'exploitation des services publics et de rénovation des VRD causés par la dispersion des habitations dans les zones peu denses.

Ces résultats sont présentés au point 4.2. Le bilan synthétique fait l'objet d'une dernière sous-partie.

Remarque : les effets de la densification et du renouvellement du bâti conduits en parallèle du projet de Métro du Grand Paris sur la consommation énergétique des bâtiments ont été intégrés au bilan carbone global du projet et sont monétarisés dans la partie 0.

2.3.3 Rappel des hypothèses fortes de calcul

2.3.3.1 La nécessité de mise en œuvre de mesures d'accompagnement

Les bénéfices indiqués ci-après sont des bénéfices potentiels. Ils sont rendus possibles par la réalisation du métro du Grand Paris mais ils ne se produiront que si d'autres mesures sont prises dans le secteur du transport, de l'aménagement du territoire et de la fiscalité qui dissuadent effectivement la dispersion de l'habitat et de l'emploi.

2.3.3.2 P+E

Les hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi en Ile-de-France ont été définies par le Maître d'Ouvrage en concertation avec les organismes régionaux responsables en la matière, puis transmises aux auteurs de la présente étude. Ces hypothèses ont été calculées à partir d'une situation dite « de base », correspondant aux statistiques communales de l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) pour l'année 2005, jusqu'à l'horizon 2035.

Les données transmises par le Maître d'Ouvrage ont été définies à l'échelle communale et, ce, pour trois scénarios :

- un **scénario dit de « référence »**, correspondant à la situation 2035 considérée comme la plus probable en l'absence de réalisation du projet. Ce scénario a été construit en considérant une évolution de la mobilité et de l'occupation du sol comprenant l'hypothèse de la réalisation du projet « Arc Express ». L'élaboration de ce scénario de « référence » s'est inspirée des perspectives communales pour 2030 définies par l'IAU-Ile-de-France dans le cadre du travail d'élaboration du projet de SDRIF de 2008. Ces estimations IAURIF ont, par la suite, fait l'objet de la part du Maître d'ouvrage d'une extrapolation jusqu'à 2035 et de remaniements et/ou d'hypothèses complémentaires (prise en compte de la population active, principes de répartition entre communes, etc.) ;
- un scénario de projet, spécifié par le terme « **projet, hypothèse basse** », qui reprend les estimations d'évolutions communales de population et d'emploi à l'horizon 2035 telles qu'elles ont été arrêtées dans l'accord entre l'Etat la Région Ile-de-France. Pour

information, les hypothèses de ce scénario d'évolutions démographiques seront intégrées dans le travail de révision du projet de SDRIF (actuellement en cours) ;

- un scénario de projet, spécifié par le terme « **projet, hypothèse haute** », dont les hypothèses d'évolutions communales de population et d'emploi sont identiques à celles utilisées lors de l'évaluation stratégique environnementale²³ et qui tiennent compte, notamment, des volontés politiques exprimées dans la loi n° 2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris.

Il est important de souligner, d'une part, que **le scénario de référence a été élaboré avec l'hypothèse de réalisation d'un projet d'infrastructure lourde de transport en rocade**, en l'occurrence le projet « Arc Express ». A cette hypothèse de réalisation d'infrastructure de transport est associée celle d'une densification des populations à ses abords, qui ne se produirait pas dans un scénario d'occupation du sol qui évoluerait « au fil de l'eau ». En utilisant ce scénario de référence, il est donc fort probable que les impacts induits positifs du projet sur l'évolution de l'occupation du sol soient sous-estimés.

Il faut préciser également que **les hypothèses d'évolutions démographiques par scénario fournies par le Maître d'Ouvrage ont été utilisées telles quelles comme données d'entrée** pour alimenter l'exercice d'évaluation des impacts induits sur l'occupation du sol.

Quoiqu'il en soit, **ces hypothèses d'évolution démographiques ne peuvent, à ce stade, être considérées comme des objectifs d'aménagement officiels**. Celles-ci ont été construites par le Maître d'Ouvrage dans l'objectif, notamment, d'alimenter l'exercice d'estimation des impacts du projet et ont pour finalité de servir de données d'entrée pour les calculs effectués dans cet exercice.

2.3.3.3 Périmètre et horizon de calcul

Les indicateurs environnementaux de l'étalement urbain ont été calculés sur la période 2005-2035 entre le scénario de référence et les deux scénarios de projet. Le périmètre de calcul retenu pour l'exercice s'étend au-delà des frontières de la région Ile-de-France. En effet, pour ne pas biaiser les estimations des impacts, l'exercice doit s'effectuer à population et emplois constants avec et sans projet. L'objectif de l'exercice est bien de montrer combien un même nombre d'habitants et un même nombre d'emplois consommeront d'espace selon que le projet soit réalisé ou non. Pour cela, le périmètre de l'exercice englobe ces populations habitant aujourd'hui hors de l'Ile-de-France, qui sont supposées migrer dans la région francilienne par l'effet du projet dans une zone potentiellement plus dense que celle où ils sont localisés actuellement, et dont le départ entraînerait, par conséquent, une économie nette de surfaces urbanisées.

D'après le tableau II.3.3-1, les P+E considérés dans le présent exercice sont donc :

- Dans la comparaison « projet hypothèse basse vs référence » : 13 120 918 habitants et 6 320 448 emplois en 2035 ;
- Dans la comparaison « projet hypothèse haute vs référence » : 13 233 326 habitants et 6 560 919 emplois en 2035.

Ainsi, trois systèmes géographiques agrégés sont intégrés dans l'exercice :

- le « périmètre large d'étude », tel que défini dans le cahier des charges de la présente étude, englobe l'ensemble des communes considérées comme concernées par le projet de Métro du Grand Paris ainsi que les communes intégrées au sein des Contrats de Développement Territorial définis par l'article 21 de la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris et qui sont desservies par l'infrastructure ;

²³ Evaluation stratégique environnementale du projet de métro automatique du Grand Paris, Secrétariat Régional au Développement de la Région Capitale, 2009-2010

- « l'extérieur de l'Ile-de-France » regroupe les 1 090 autres communes d'Ile-de-France qui accueilleront elles aussi les impacts induits du projet en termes d'occupation du sol ;
- enfin, le territoire « hors de l'Ile-de-France » représente le volume d'habitants et d'emplois qui migreront vers la région francilienne en situation de projet, population qu'il s'agit également de considérer hors de l'Ile-de-France dans le scénario de référence.

Tableau 2.3-1 : Chiffres de la population et des emplois en 2005 et en 2035 en Ile-de-France pour le scénario de référence et les deux scénarios de projet et différentiels (Source : données INSEE 2005, hypothèses d'évolution démographiques transmises par le Maître d'ouvrage – Graphisme : Stratec, 2012)

Totaux en IDF	2005	2035		
	Base ¹	Référence ²	Proj. « hyp. basse » ³	Projet « hyp. haute » ⁴
Valeurs absolues				
Population totale	11 433 306	13 051 748	13 120 918	13 233 326
Emploi total	5 360 448	6 180 692	6 320 448	6 560 919
Evolution par rapport à l'année de base 2005				
Population totale	-	1 618 442	1 687 612	1 800 020
Emploi total	-	820 244	960 000	1 200 471
Différentiel 2035 Projet-Référence				
Population totale	-	-	69 170	181 578
Emploi total	-	-	139 756	380 227

¹ Source : données INSEE, 2005

² Source : Société du Grand Paris, 2012 à partir des estimations 2030 de l'AURIF, 2008

³ Source : Accord cadre Etat-Région, 2012

⁴ Source : évaluation stratégique environnementale du projet de métro automatique du Grand Paris, Société du Grand Paris, 2009-2010

2.3.4 Références

Les références utilisées pour cet item sont inspirées de différentes études étrangères, en Belgique mais aussi réalisées Outre-mer.

La valorisation de la préservation des espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle s'inspire des valeurs monétaires estimées selon les recommandations du rapport « Study into the environmental impacts of increasing the supply of housing in the UK » réalisé pour le Department for Environment, Food and rural Affairs du Royaume-Uni. Ce rapport analyse les évaluations de la disposition à payer pour la proximité d'espaces ouverts obtenues dans différents contextes et avec différentes méthodes et en tire des estimations à utiliser pour comparer des programmes de développement urbain dans les différentes villes du pays. Les valeurs par hectare ont été obtenues principalement par deux méthodes : l'évaluation contingente (ou préférences déclarées) et l'évaluation par le coût de transport.

La première méthode d'évaluation contingente (MEC) consiste à reconstituer un marché fictif (contingent) pour inciter les individus à révéler leurs préférences, c'est-à-dire la valeur qu'ils accordent à un milieu naturel, à son amélioration ou aux dommages qui lui ont été causés. On parle de « consentement à payer » (CAP). Sa mise en œuvre repose sur la réalisation d'enquêtes, auprès d'un échantillon représentatif de la population, au cours desquelles on soumet aux personnes des scénarii fictifs destinés à les aider à formuler cette valeur. Le CAP reste une donnée soumise à discussion qui doit alimenter le débat. En effet, les résultats peuvent être biaisés par le caractère fictif du questionnaire mais aussi par le niveau de connaissance et d'informations des personnes interrogées. Toutefois, cette méthode reste actuellement, avec l'analyse conjointe, la seule qui puisse estimer, en termes monétaires, la plupart des valeurs de non-usage.

PIECE G – ETUDE D'IMPACT

La seconde méthode d'évaluation par le coût de transport considère, quant à elle, que cette valeur est implicitement révélée par le temps consacré par les individus pour se rendre en visite à un site particulier (sa valeur monétaire est le plus souvent calculée en référence au salaire), auquel on ajoute les dépenses consenties (essence, etc.). L'évaluation donne lieu à des enquêtes auprès des personnes pratiquant les loisirs, qui peuvent être réalisées sur site ou hors contexte.

Les valeurs par hectare obtenues à partir de ces méthodes sont basées sur des données obtenues au début des années 1990 dans un contexte anglo-saxon, sensiblement différent de celui de l'Ile-de-France.

Pour finir, la monétarisation des coûts de viabilisation, d'exploitation des services publics et d'entretien des VRD, les estimations produites par le Service d'étude en géographie économique fondamentale et appliquée de l'Université de Liège ont été mises à profit.

Ces références sont reprises dans la partie bibliographique.

Enfin, avant de lire et d'interpréter les résultats présentés au point 4.2, il est recommandé de se référer à la partie 3.7.2 de la phase 2 de la présente étude qui décrit la méthodologie adoptée pour le calcul des données d'entrée du calcul des coûts collectifs, ses hypothèses et ses limites.

3 Impacts de l'approche socio-économique classique calculés selon l'instruction cadre relative à l'évaluation socio-économique des grands projets d'infrastructures

3.1 Coûts de la pollution atmosphérique

Les coûts de la pollution atmosphérique calculés selon la méthode préconisée par l'instruction cadre se basent sur les distances parcourues et du type de tissu urbain (dense, diffus ou campagne).

Les résultats de l'analyse de l'impact du projet sur les distances parcourues sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.1-1 : Impact du projet sur les distances parcourues en Ile-de-France par les véhicules légers à l'horizon 2035 et selon les hypothèses basses et hautes.

10 ⁶ véh.km	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne	Total
Hypothèses basses	- 841	- 169	0	-1 010
Hypothèses hautes	- 871	- 211	0	-1 082

Selon la méthodologie préconisée dans l'instruction cadre et détaillée précédemment, les coûts de la pollution atmosphérique dus au projet pour l'année 2035 s'élèvent donc à :

Tableau 3.1-2 : Coûts annuels (en €₂₀₁₀) de la pollution atmosphérique à l'horizon 2035 et selon les hypothèses basses et hautes.

€ ₂₀₁₀ pour 2035	Urbain dense	Urbain diffus	Total
Hypothèses basses	- 7 593 104	- 524 410	- 8 117 514
Hypothèses hautes	- 7 859 655	- 657 561	- 8 517 217

On constate donc que la diminution des distances parcourues grâce au projet du métro du Grand Paris permet une diminution des coûts de la pollution atmosphérique s'élevant à d'environ 8 100 000 €₂₀₁₀ ou 8 500 000 €₂₀₁₀ pour l'année 2035 selon les hypothèses basses et hautes, respectivement.

Par ailleurs, les polluants émis lors de la phase chantier ont été évalués sur base de 850 000 chargements ou déchargements de camions (transport du matériel, des matériaux et des déblais) parcourant 100km chacun et répartis sur 11 années de construction. Les coûts de la pollution atmosphérique induite par la phase chantier s'élèvent alors en moyenne à 229 122 €₂₀₁₀ par an, soit un total de 2 520 347 €₂₀₁₀ pour l'entièreté de la construction. Bien que non négligeables, ces coûts restent faible par rapport aux gains annuels engendrés par l'infrastructure puisqu'au total sur 11 ans de construction ils correspondent à approximativement 30% des gains pour la seule année 2035.

Les coûts de la pollution atmosphérique ont également été calculés selon une autre méthode se basant sur l'IPP. Pour rappel, les résultats de l'impact du projet sur l'IPP pour les particules fines et le NO₂ sont rappelés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.1-3 : Indice Pollution Population (IPP) pour les PM₁₀ et le NO₂ issus du trafic routier uniquement à l'horizon 2035 selon les différentes hypothèses et les différents scénarios.

Hypothèses	Scénarios	PM ₁₀	NO ₂
		µg/m ³ . pers	µg/m ³ . pers
Hypothèses basses	Référence	5705591	17521890
	Projet	5620017	17167278
	Projet – référence	-85574 (-1.5%)	-354612 (-2.0%)
Hypothèses hautes	Référence	5831896	18073752
	Projet	5738311	17682644
	Projet – référence	-93585 (-1.6%)	-391108 (-2.2%)

En tenant compte d'une valeur de 29,3€₂₀₁₀ /pers.µgNO₂/m³ et de 45,1€₂₀₁₀/pers.µgPM₁₀/m³, les résultats pour l'année 2035 sont donc :

Tableau 3.1-4 : Coûts annuels (en €₂₀₁₀) de la pollution atmosphérique à l'horizon 2035 calculés sur base des variations d'IPP et selon les hypothèses basses et hautes.

Coût € ₂₀₁₀ pour 2035	PM ₁₀	NO ₂	Total
Hyp. Basses	- 3 859 387	-10 469 445	-14 328 832
Hyp. Hautes	-4 220 684	-11 546 941	-15 767 625

Bien que les calculs basés sur les variations de l'IPP ne prennent en compte que deux polluants, les PM₁₀ et le NO₂, la méthode évalue les gains à 14 ou 15 millions d'euros par an tandis que la première méthode évaluait les gains à un peu plus de 8 millions d'euros. Cette différence provient principalement de la prise en compte dans la seconde méthode de la réduction des émissions suite à la diminution de la congestion. La comparaison des résultats permet néanmoins de confirmer que globalement la situation s'améliore en Ile-de-France et que cette amélioration correspond à une valeur monétaire annuelle de l'ordre de 10 millions d'euros.

3.2 Coûts des accidents de la route

L'analyse des impacts du projet sur les distances parcourues sur les différents types de route a permis de calculer les résultats suivants :

Tableau 3.2-1 : différences des distances parcourues par les véhicules légers sur les différents types de routes entre le projet et la référence et selon les hypothèses basses et hautes

10 ⁶ véh,km	hypothèses basses	hypothèses hautes
Vitesse > 90 km/h	-308	-352
70 < Vitesse < 90 km/h	-246	-283
Vitesse <70 km/h	-454	-447
Total	-1 009	-1 082

En combinant ces résultats avec les valeurs de la vie humaine et des blessés ainsi que les taux d'accidents on obtient les coûts suivants :

Tableau 3.2-2 : Coûts des accidents de la route (en €₂₀₁₀) pour l'année 2035

€ ₂₀₁₀ pour 2035	Hypothèses basses	Hypothèses hautes
Tués	-2 398 437	-2 588 626
Blessés graves	-7 399 785	-7 986 565
Blessés légers	-4 959 418	-5 117 946
Total	-14 757 640	-15 693 136

Le projet engendre donc une diminution des accidents de la route en Ile-de-France correspondant à des gains annuels de 14.8 millions d'euros₂₀₁₀ ou de 15.7 millions d'euros₂₀₁₀ à l'horizon 2035 selon les hypothèses basses et hautes, respectivement.

3.3 Coûts des émissions de gaz à effet de serre

L'analyse des flux de gaz à effet de serre induits et évités par le projet a permis d'établir le bilan du projet à l'horizon 2035 et 2050. Pour rappel, le bilan complet des émissions à ces deux échéances tenant compte de toutes les émissions des années précédentes depuis l'initiation du projet s'élève à :

Tableau 3.3-1 : Emissions totales évitées aux horizons 2035 et 2050

	Hyp. basses	Hyp. Hautes
2035	-10 019 975 téq CO ₂	- 11 307 306 téq CO ₂
2050	-27 122 069 téq CO ₂	-33 649 738 téq CO ₂

Selon la valeur accordée à une tonne de CO₂ par l'instruction cadre (69.0€₂₀₁₀ à l'horizon 2035 et 107.5€₂₀₁₀ à l'horizon 2050) ces émissions correspondent donc à une valeur monétaire de :

Tableau 3.3-2 : Coûts des émissions de gaz à effet de serre selon les valeurs définies dans l'instruction cadre aux horizons 2035 et 2050 (cumul de toutes les années précédentes).

	Hyp. basses	Hyp. Hautes
2035	-691 378 275 € ₂₀₁₀	-780 204 114 € ₂₀₁₀
2050	-2 915 622 418 € ₂₀₁₀	-3 617 346 835 € ₂₀₁₀

En comparaison, selon les valeurs préconisées par le CAS, (126.3€₂₀₁₀ en 2035 et 207.7€₂₀₁₀ en 2050) les coûts des émissions de gaz à effet de serre aux horizons 2035 et 2050 s'élèvent à :

Tableau 3.3-3 : Coûts des émissions de gaz à effet de serre selon les valeurs définies par le CAS (2009) aux horizons 2035 et 2050 (cumul de toutes les années précédentes).

	Hyp. basses	Hyp. Hautes
2035	-1 265 522 843 € ₂₀₁₀	-1 428 112 748 € ₂₀₁₀
2050	-5 633 253 731 € ₂₀₁₀	-6 989 050 583 € ₂₀₁₀

Le choix de la valeur de la tonne de CO₂ a donc une influence importante sur le résultat final. Selon les valeurs préconisées par le CAS, les gains sont en effet de l'ordre de deux fois plus élevés que selon les valeurs préconisées par l'instruction cadre.

Au total, les émissions évitées grâce au projet représentent une valeur monétaire non négligeable, évaluée à 1,3 ou 1,4 milliard d'euros₂₀₁₀ à l'horizon 2035 et de 5,6 ou 7,0 milliards d'euros₂₀₁₀ à l'horizon 2050 selon les hypothèses basses et hautes, respectivement. La grande différence entre les valeurs aux horizons 2035 et 2050 provient essentiellement de l'amortissement plus étalé de la construction sur les années de fonctionnement.

3.4 Coûts des nuisances sonores

Les résultats de la valorisation des impacts sonores du projet sur la dépréciation de la valeur locative des logements exposés aux nuisances sonores sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.4-1 : Coûts des nuisances sonores sur la dépréciation des logements

€ ₂₀₁₀	Jour	Nuit	Total
Hypothèses basses	546 042	189 014	728 056
Hypothèses hautes	897 106	299 035	1 196 141

A cet impact sur la valeur locative des logements, s'ajoutent les coûts des effets sur la santé. Les résultats de la valorisation de ces coûts selon la méthodologie préconisée dans l'instruction et détaillée précédemment sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.4-2 : Coûts des nuisances sonores sur la santé

€ ₂₀₁₀	Jour	Nuit	Total
Hypothèses basses	205 017	82 108	287 125
Hypothèses hautes	185 636	74 567	260 203

Au total, les coûts liés aux nuisances sonores s'élèvent donc à :

Tableau 3.4-3 : Coûts totaux (dépréciation des logements et santé) des nuisances sonores

€ ₂₀₁₀	Jour	Nuit	Total
Hypothèses basses	751 061	264 123	1 015 183
Hypothèses hautes	1 082 742	373 603	1 456 345

4 Les impacts « élargis » non pris en compte dans la réglementation en vigueur

4.1 Analyse des services rendus par la biodiversité dans l'aire d'étude

4.1.1 Présentation des milieux (semi)naturels compris dans le fuseau global

Les milieux présentés dans ce chapitre correspondent à l'ensemble des milieux (semi)naturels présents dans le fuseau d'étude. Comme explicité dans la méthodologie, ces milieux correspondent à des milieux potentiellement impactés par le projet.

Carte 4-1-1 : Typologie d'occupation du sol par sous-catégories retenue pour l'étude des services écosystémiques

Les milieux (semi)naturels représentent 28 % environ de la superficie du fuseau global (Figure 4.1.1-1a), soit **7 321 ha**. Ce constat découle du contexte urbain et péri-urbain de la plupart des tronçons.

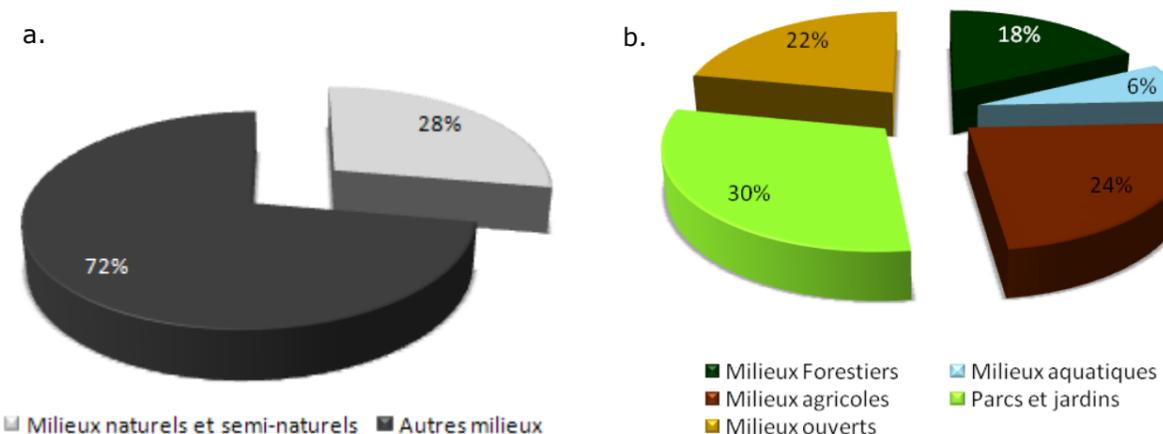


Figure 4.1-1 : Proportions des milieux (semi)naturels au sein du fuseau d'étude

Parmi les espaces (semi)naturels recensés, alors que les parcs et jardins sont majoritaires (30 %), les milieux agricoles (24 %) et les milieux ouverts (22 %) sont représentés quasiment à part égale (Figure 4.1.1-1b). Avec un peu plus de 1 300 ha, les milieux forestiers occupent 18% de la superficie du fuseau. Les milieux aquatiques sont, quant-à-eux, les moins représentés avec seulement 6% de la superficie du fuseau et ce malgré la traversée de deux fleuves majeurs, la Seine et la Marne et de plusieurs zones humides.

Le détail des milieux naturels ou semi-naturels recensés dans chaque tronçon du fuseau d'étude est présenté dans le tableau qui suit.

Tableau 4.1-1 : Milieux (semi)naturels recensés dans le fuseau d'étude

Tronçon	Superficie total du tronçon (ha)	Milieux naturels ou semi-naturels recensés	Surface (ha)
Tronçon T0	4377,8	Milieux forestiers	31,3
		Milieux aquatiques	104,3
		Milieux agricoles	16,4
		Milieux ouverts	127,2
		Parcs et jardins	364,7
		Total	643,9
Tronçon T1	3676,4	Milieux forestiers	224,4
		Milieux aquatiques	104,0
		Milieux agricoles	64,2
		Milieux ouverts	171,8
		Parcs et jardins	383,2
		Total	947,6
Tronçon T2	4506,1	Milieux forestiers	626,5
		Milieux aquatiques	70,9
		Milieux agricoles	849,5
		Milieux ouverts	368,6
		Parcs et jardins	393,1
		Total	2309
Tronçon T3	2280,1	Milieux forestiers	3,5
		Milieux aquatiques	0,8
		Milieux agricoles	98,3
		Milieux ouverts	220,6
		Parcs et jardins	135,8
		Total	459
Tronçon T4	2449,4	Milieux forestiers	40,7
		Milieux aquatiques	74,2
		Milieux agricoles	2,3
		Milieux ouverts	60
		Parcs et jardins	267,6
		Total	436,8
Tronçon T5	3904,4	Milieux forestiers	9,5
		Milieux aquatiques	38,5
		Milieux agricoles	687,4
		Milieux ouverts	666,1
		Parcs et jardins	185,0
		Total	1586,5
Ligne Verte	1178,55	Milieux forestiers	286,2
		Milieux aquatiques	21,3
		Milieux agricoles	2,5
		Milieux ouverts	55,9
		Parcs et jardins	126,2
		Total	492,1
Ligne Orange	3996,76	Milieux forestiers	81,4
		Milieux aquatiques	61,2
		Milieux agricoles	14,7
		Milieux ouverts	191,2
		Parcs et jardins	346,1
		Total	694,6

La proportion des milieux (semi)naturels varie très nettement entre les différents tronçons. Ces variations importantes entre tronçon s'expliquent par :

- Une superficie totale très variable ;
- Un taux d'urbanisation hétérogène.

Les **milieux agricoles** se concentrent principalement sur le plateau de Saclay (T2) et au début de la plaine de France, localisé près de l'aéroport Roissy-Charles-de-Gaulle (T5) (voir Figure 4.1.1-2). Ces deux tronçons rassemblent 90% des milieux agricoles présents sur l'ensemble du fuseau. Les grandes cultures y sont majoritaires. A l'inverse, les **parcs et jardins** se répartissent sur l'ensemble du fuseau. Ces milieux correspondent majoritairement à des parcs urbains (92%). Les **milieux ouverts**, majoritairement représentés par des prairies, se répartissent de manière hétérogène entre les tronçons. Alors qu'ils sont très représentés au niveau du tronçon T5 (17% de la superficie du tronçon), ils sont sous-représentés au sein des tronçons T0, T4 et de la Ligne Verte qui sont beaucoup plus urbanisés.

De même, les **milieux forestiers** se concentrent principalement sur les tronçons T2, T1 et la Ligne Verte respectivement à hauteur de 48%, 17% et 22% des espaces forestiers de l'ensemble du fuseau. Ces chiffres s'expliquent par la présence de plusieurs massifs forestiers dans, ou à proximité immédiate, du fuseau : la forêt de Bondy, partie intégrante du Massif de l'Aulnoye (T1), le parc de la Poudrerie et la forêt de Tussion (T1), la forêt de Port Royal (T2), les coteaux boisés de la vallée de la Bièvre et de l'Yvette (T2) ou encore la forêt de Versailles (T2).

Enfin, les **milieux aquatiques** se répartissent de manière plus homogène entre les différents tronçons. Les tronçons T0, T1, T4 ainsi que la Ligne Orange intersectent effectivement deux cours d'eau majeurs : la Seine et la Marne.

Les tronçons T2 et T5, de par leur proportion d'espaces naturels, concentrent l'offre de services écosystémiques la plus diversifiée et la plus riche. L'enjeu pour cette thématique est donc fort pour ces deux tronçons. Les enjeux ne concernent pas les mêmes types de milieux puisque les milieux les plus rencontrés du tronçon T2 sont soit de type agricole soit de type forestier alors qu'au sein du tronçon T5, les milieux agricoles et ouverts sont les plus représentés.

4.1.2 Présentation des services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels compris dans le fuseau global

☞ Comme explicité dans la méthodologie, les services présentés ici correspondent à des *services écosystémiques potentiellement présents* au sein du fuseau d'étude.

4.1.2.1 Résultats à l'échelle du fuseau global

Carte 4-1-2-1 : Services écosystémiques rendus par les milieux dans le fuseau d'étude

Comme détaillé dans la méthodologie, les services écosystémiques rendus par les différents milieux (semi) naturels recensés sur le fuseau ont été listés et les surfaces relatives à leur production estimées. Ces surfaces sont représentées dans le graphique ci-dessous.

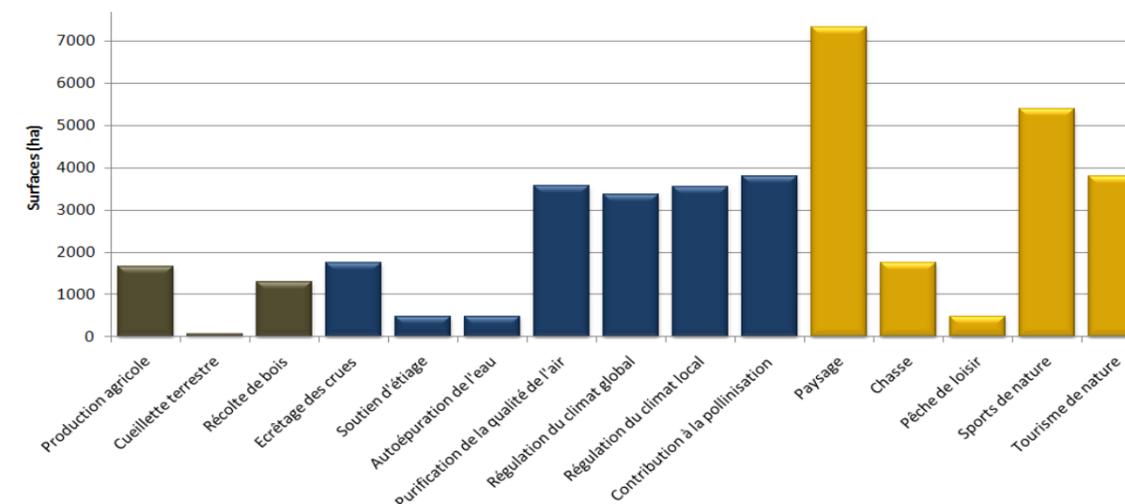


Figure 4.1-2 : Surfaces relatives à la production des services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels présents au sein du fuseau d'étude. Les services d'approvisionnement apparaissent en marron, de régulation en bleu et socioculturels en jaune.

A l'échelle du fuseau d'étude, 77% des milieux (semi)naturels présents sur le fuseau contribuent à au moins l'un des **services socioculturels** (figure 4.1.2.1-2), (excepté le service du paysage), principalement les sports de plein air et le tourisme.

La surface allouée au service de paysage est logiquement la plus importante puisque l'ensemble des milieux contribue à ce service, soit les 7 321 ha. Ce service fait l'objet d'une reconnaissance par l'intermédiaire des différents dispositifs de protection existant et notamment les monuments et sites inscrits et classés. Ce service n'a pas été pondéré en croisant les milieux recensés avec les sites existants mais il faut noter que certains ont une importance plus marquée pour ce service au niveau du fuseau comme :

- Le canal de Saint-Denis, le canal de l'Ourcq et les parcs de Seine-Saint-Denis,
- Les vallées, les espaces (semi)naturels résiduels au sein de la matrice urbaine qui participent au cadre de vie des résidents,
- Les sites classés recensés au sein du fuseau et notamment le Parc de Saint-Cloud, la « Vallée de la Bièvre »...

Compte tenu du contexte urbain et péri-urbain de l'aire d'étude, la chasse est peu représentée et l'activité de pêche de loisir presque négligeable, en raison de la faible proportion de milieux humides dans le fuseau d'étude.

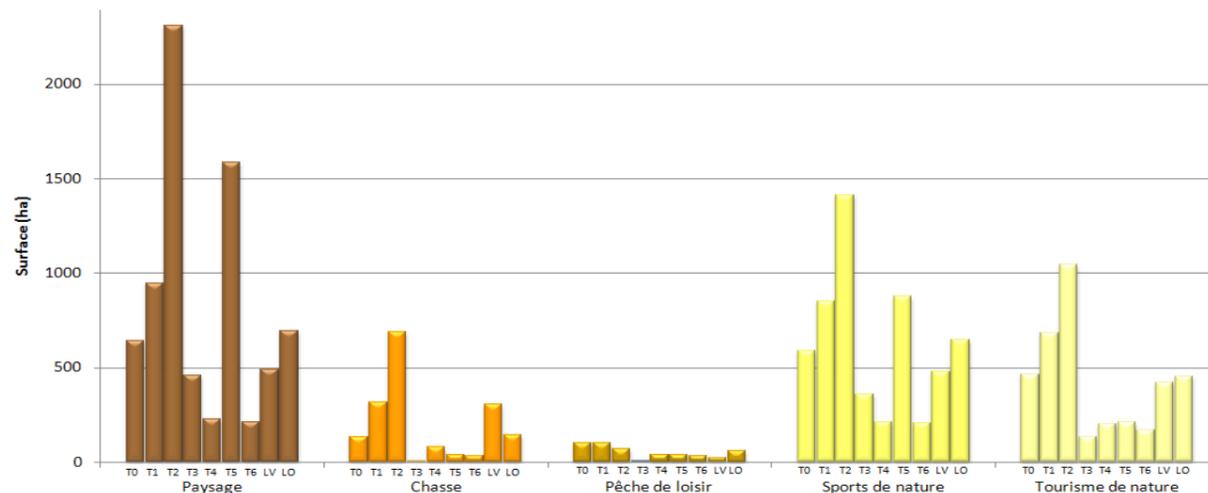


Figure 4.1-3 : Surfaces relatives aux services écosystémiques socioculturels rendus au sein de chaque tronçon du fuseau d'étude

Les **services socioculturels** sont principalement portés par le tronçon T2 dont la superficie en milieux (semi)naturels forestiers et ouverts assure une certaine diversité de paysage (vallée, coteaux boisés, plaine agricole) et donc la pratique de nombreuses activités de loisirs. Dans une moindre mesure, les tronçons T0, T1 et T5, suivis des lignes vertes et oranges sont également sources d'activités de plein air. Les tronçons T2 et T5 sortent du lot pour le service du paysage en raison de la superficie importante en terres agricoles non urbanisées dans ces tronçons. Enfin, les tronçons T3 et T4 étant très urbanisés, les milieux (semi)naturels à l'origine de ce service sont peu nombreux, de superficie moindre et diffus sur le tronçon.

Le territoire du fuseau d'étude est également support de **services de régulation** (figure IV.1-5) dont 80% des milieux (semi)naturels sont potentiellement à l'origine de ce service.

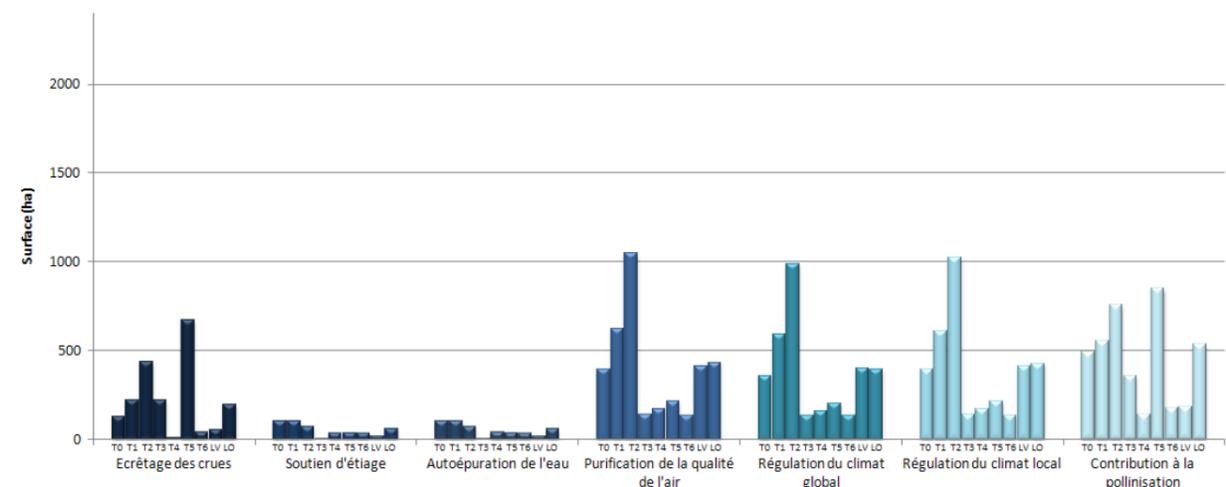


Figure 4.1-4 : Surfaces relatives aux services écosystémiques de régulation rendus au sein de chaque tronçon du fuseau d'étude

La part importante de milieux arborés (espaces boisés et parcs urbains) au sein du fuseau d'étude (45% de l'ensemble des milieux (semi)naturels) génère des services liés à l'amélioration des

conditions de vie des individus (purification de l'air et régulation du climat local et global). De même, les milieux favorables à la diversité et à l'abondance des insectes pollinisateurs (parcs urbains et milieux ouverts) au sein du fuseau d'étude (52% de l'ensemble des milieux (semi)naturels) favorisent le service de pollinisation. *A contrario* et du fait d'une faible représentation des milieux humides sur l'ensemble des tronçons, la fourniture de services en lien avec le soutien d'étiage et l'autoépuration des eaux est très limitée. Le service d'écrêtement des crues peut néanmoins être assuré par certains milieux ouverts selon leur localisation (comme à proximité de la Seine par exemple).

Enfin, 42% des milieux (semi)naturels du fuseau d'étude offrent un support pour les services d'approvisionnement (production agricole, cueillette terrestre ou récolte de bois). Les tronçons T2 et T5 concentrent ce service, en raison des superficies en terres agricoles (plateau de Saclay, Plaine de France). Le service de récolte de bois ressort pour les tronçons T1 et T2. Il est cependant à nuancer car les milieux forestiers auxquels ce service est rattaché ne font pas l'objet d'une exploitation et ont même différents zonages de protection qui contraignent fortement toute exploitation : site Natura 2000 et forêt de protection pour la forêt de Bondy sur le tronçon 1 ; site Natura 2000 pour la forêt de Port Royal et site classé pour la forêt de Versailles pour le tronçon 2. Ces points seront précisés dans les études « tronçon ».

Ce service d'approvisionnement n'est pas nul sur les autres tronçons en raison de la présence de nombreux jardins partagés, pratiques initiés à la fin du XIX^{ème} siècle et qui perdurent par poche sur le fuseau.

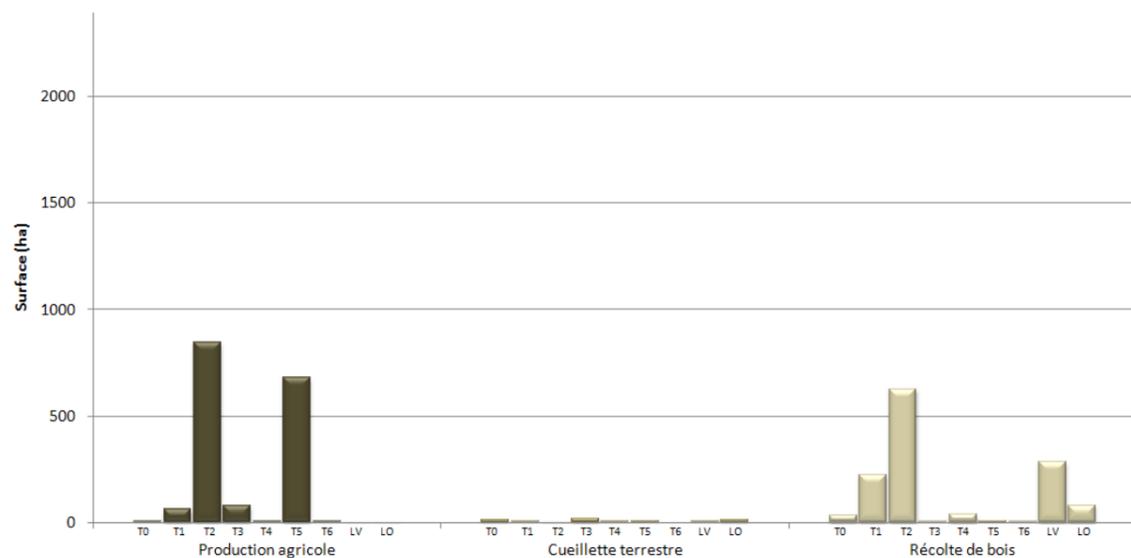


Figure 4.1-5 : Surfaces relatives aux services écosystémiques d'approvisionnement rendus au sein de chaque tronçon du fuseau d'étude

4.1.2.1 Résultats à l'échelle des tronçons

Les graphiques détaillant la part des surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels au sein des différents tronçons figurent en annexe 4.1.2.

Tableau 4.1-2 : Synthèse par tronçon des enjeux principaux liés aux services écosystémiques

Tronçon	Occupation du sol	Part des milieux naturels	Services majoritaires	Autres services	Commentaires
Tronçon T0 4 378 ha	fortement urbanisé	14% (644 ha)	Services socioculturels et de régulation principalement portés par les parcs et jardins	services d'approvisionnement peu représentés	12 jardins familiaux
Tronçon T1 3 676 ha	très urbanisé	27% (948 ha)	Services socioculturels et de régulation principalement portés par les parcs et jardins	services d'approvisionnement peu représentés	Quelques exploitations agricoles 7 jardins familiaux
Tronçon T2 4 506 ha	le moins urbanisé (49%)	51% (2 309 ha)	Services d'approvisionnement principalement portés par les terres agricoles	Services socioculturels et de régulation	
Tronçon T3 2 280 ha	fortement urbanisé	20% (459 ha)	Services socioculturels et de régulation principalement portés par les parcs et les milieux ouverts.	service d'approvisionnement (production agricole)	Quelques exploitations agricoles Une dizaine de jardins familiaux
Tronçon T4 2 449 ha	fortement urbanisé	18% (436 ha)	Services socioculturels et de régulation principalement portés par les parcs et jardins	services d'approvisionnement négligeables	1 jardin familial
Tronçon T5 3 904 ha	modérément urbanisé	41% (1 587 ha)	Services d'approvisionnement principalement portés par les terres agricoles de la plaine de France	Services socioculturels et de régulation (milieux ouverts)	9 jardins familiaux
Ligne orange 3 997 ha	fortement urbanisée (excepté entre Rosny-Bois-Perrier et Noisy-Champs)	17% (695 ha)	Services socioculturels et de régulation principalement portés par les parcs et jardins	Services d'approvisionnement peu représentés	11 jardins familiaux
Ligne verte 1 178 ha	modérément urbanisé	42% (492 ha)	Services socioculturels et de régulation principalement portés par les milieux forestiers	Services d'approvisionnement	2 jardins familiaux Forêt de protection de Fausses Reposes et forêt domaniale de la Malmaison

Les services socioculturels et de régulation apparaissent comme les services prépondérants pour 5 tronçons sur les 6 étudiés. Les parcs et jardins contribuent pour la majeure partie à ces services. Ce constat s'explique par le fort taux d'urbanisation des secteurs considérés. Outre les services rendus par ces espaces, leur rôle social est de premier ordre dans ces contextes. Ces milieux participent au bien-être des citoyens (lieux propices aux activités de détente et de loisirs) mais également à l'amélioration de leurs cadres de vie (purification de l'air et régulation du climat local et global). Ils sont ainsi de véritables « cœurs verts » en contexte urbain. Enfin, les parcs et jardins peuvent jouer un rôle dans la trame verte et bleue en servant d'espaces relais et présenter des espaces semi-naturels propices aux développements d'espèces de faune et de flore, dont notamment les insectes pollinisateurs qui pourront favoriser les services d'approvisionnement dans les milieux limitrophes.

Le cas des parcs départementaux de Seine-Saint-Denis est un exemple évocateur. Ce sont des parcs très fréquentés, notamment en raison du contexte urbain, du déficit en espaces verts de ce département et de leur rôle social. Environ 2 millions de visites par an sont comptabilisés pour le Parc Georges Valbon, 1 million pour la forêt de Bondy... Ces parcs abritent une diversité de milieux, favorables à des espèces remarquables comme le Blongios nain, le Pic mar ou le Crapaud calamite. Cet intérêt écologique a été reconnu par le classement de 15 parcs de Seine-Saint-Denis dans le site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ».

Les parcs et jardins, outre leur service socioculturels et leur rôle social, constituent également des maillons de la trame verte et bleue et des zones de relais, voir des cœurs de biodiversité pour le cas des parcs de Seine-Saint-Denis.

Pour les tronçons 2 et 5, le service d'approvisionnement est majoritaire en raison des superficies importantes occupées par les milieux agricoles, représentés par le plateau de Saclay et la plaine de France. Ces terres agricoles ont des qualités agronomiques particulières, ce qui permet à ces deux secteurs d'avoir des rendements en blé très supérieurs aux moyennes européenne et nationale.

4.1.3 Impacts envisageables du projet de métro du Grand Paris sur les services écosystémiques identifiés

4.1.3.1 Impacts par emprise

- ☞ Les enjeux ont été définis après une première évaluation de l'emprise du Métro du Grand Paris sur les milieux (semi)naturels à l'échelle du fuseau global. Ils seront précisés, et éventuellement réévalués suite à l'étude par tronçon.

Tableau 4.1-3 : Synthèse des impacts potentiels du Métro du Grand Paris sur les services écosystémiques

Tronçon	Occupation du sol	Nature du tracé	Mode de réalisation du tracé	Mode de réalisation des gares	Niveau d'impact potentiel sur les services écosystémiques	
					Par le tracé ou son mode de réalisation	Par l'implantation d'une gare ou par son mode de réalisation
Tronçon 0	fortement urbanisé	Souterrain	Tunnelier	Majoritairement en tranchée couverte	Faible	Localement faible à moyen (car emprise limitée et temporaire) sur les services socioculturels et de régulation (services majoritaires ici): <u>Gare de Noisy-Champs</u> (parc de la Butte Verte et boisements adjacents) <u>Gare de Bry-Villiers-Champigny</u> (Friche de la "Bonne Eau")
Tronçon 1	très urbanisé	Souterrain	Tunnelier	Majoritairement en tranchée couverte	Faible	Localement faible à moyen (car emprise limitée et temporaire) sur les services socioculturels et de régulation (services majoritaires ici) Potentiellement fort sur l'équilibre des milieux humides et aquatiques voisins
Tronçon 2	le moins urbanisé (49%)	Souterrain entre Orly et Massy-Palaiseau-TGV Aérien entre Palaiseau et Saint-Quentin Est, excepté au niveau du CEA	Tunnelier - tranchée couverte - viaduc	Tranchée couverte pour les sections souterraines / aériennes pour les sections en viaduc	Potentiellement fort sur le service d'approvisionnement Tracé en aérien au niveau de la traversée du plateau de Saclay, impliquant une dégradation probable du service par consommation de terres agricoles (services majoritaires ici)	Fort sur le service d'approvisionnement Consommation de terres agricoles, et donc dégradation de ce service au niveau des gares (services majoritaires sur ce tronçon)
Tronçon 3	fortement urbanisé	Souterrain	Tunnelier	Majoritairement en tranchée couverte	Faible	Localement faible à moyen (car emprise limitée et temporaire) sur les services socioculturels et de régulation (services majoritaires ici) : <u>Gare de Villejuif IGR</u> : Parc des Hautes-Bruyères
Tronçon 4	fortement urbanisé	Souterrain	Tunnelier	Majoritairement en tranchée couverte	Faible	Localement faible à moyen (car emprise limitée et temporaire) sur les services socioculturels et de régulation (services majoritaires ici) : Parc de Saint-Cloud ; Mont Valérien ; Parc départemental André Malraux
Tronçon 5	modérément urbanisé	Souterrain excepté entre Triangle de Gonesse et Parc des expositions	Tunnelier - tranchée couverte - viaduc	Tranchée couverte pour les sections souterraines / aériennes pour les sections en viaduc	Potentiellement fort sur l'équilibre des milieux humides et aquatiques voisins	Moyen sur le service d'approvisionnement Consommation de terres agricoles, et donc dégradation de ce service au niveau deux à trois gares (services majoritaires sur ce tronçon)
Ligne orange	fortement urbanisée (excepté entre Rosny-Bois-Perrier et Noisy-Champs)	Souterrain	Tunnelier	?	Faible	Localement faible à moyen (car emprise limitée et temporaire) sur les services socioculturels et de régulation (services majoritaires ici) Potentiellement fort sur l'équilibre des milieux humides et aquatiques voisins
Ligne verte	modérément urbanisé	Souterrain	Tunnelier	?	Faible	Moyen sur le service socioculturel et de régulation principalement portés par les milieux forestiers sur ce tronçon Aucune gare n'est prévue à ce stade entre Versailles et Rueil mais ce tronçon traversant plusieurs massifs boisés importants et parcs et jardins, il est possible que des ouvrages annexes se localisent au sein des boisements, affectant ainsi.

4.1.3.2 Impacts sur l'étalement urbain

L'Observation de la Consommation des Espaces Agricoles et Naturels (OCEAN) est issue d'une démarche partenariale, inscrite dans le SDRIF de 1994, entre l'Etat (DRIEA et DRIAAF) et la Région (IAU-IDF) et ce afin de vérifier le respect de la consommation des espaces agricoles et naturels inscrits dans les objectifs du SDRIF de 1994. Cet observatoire produit des chiffres de consommation par milieux : agricole, boisé, aquatique, espaces naturalisés et autres.

A partir de ces résultats et sans tenir compte des variations de consommations d'espaces, on obtient une consommation régionale de 9 977 ha (différence entre disparition et création) entre 1996 et 2007, répartis à 84,9 % de terres agricoles et 14,5 % d'espaces naturalisés, incluant donc les parcs et jardins.

L'analyse menée par Stratec dans le rapport de phase 2, auquel il convient de se reporter pour de plus amples informations, met en évidence une économie de 14 000 ha en Ile-de-France entre la situation avec projet de Métro du Grand Paris et selon un scénario de référence. En faisant un parallèle avec ces chiffres, deux constats peuvent être faits :

- « L'économie » réalisée correspond à plus de 10 ans de consommation effective d'espace agricoles et naturels (le SDRIF de 1994 fixe la limite à 1 750 ha consommés/an) ;
- En faisant le parallèle avec le taux de consommation par type de milieux, on peut considérer qu'environ 11 880 ha de terres agricoles, 89 ha de boisements et 2 030 ha d'espaces naturalisés, principalement des parcs et jardins, seront ainsi préservés au niveau régional.

Les surfaces agricoles et les parcs et jardins étant les principaux milieux épargnés, un certain nombre de services d'approvisionnement (production agricole, cueillette terrestre) et socioculturels (activités de nature et de loisir notamment) devraient être préservés compensant *a priori* les pertes observées liés à la construction du Métro du Grand Paris. Néanmoins, la difficulté à situer les terres préservées au niveau régional limitent toute évaluation précise des enjeux écologiques et socioéconomiques.

4.1.4 Conclusion

Sur l'ensemble du fuseau d'étude, les milieux (semi)naturels représentent plus de 30% de la superficie totale. Riche en biodiversité, ils constituent également un enjeu économique et social certain du fait des usages qui en découlent. L'objectif de ce travail était donc d'évaluer l'impact potentiel de la construction du Métro du Grand Paris sur ces milieux et les services qu'ils rendent à la société.

Les résultats présentés dans cette étude soulignent des impacts variables selon les différents tronçons du fait d'une urbanisation inégale et d'une utilisation du territoire hétérogène. Notons en premier lieu **la très faible représentation des milieux aquatiques** sur l'ensemble du territoire et donc des services tels que l'autoépuration des eaux, le soutien d'étiage ou encore l'écrêtage des crues. Toutefois, le fait que des rabattements de nappe soient nécessaires (notamment pour les gares souterraines réalisées en tranchée couverte) engendra potentiellement une modification du fonctionnement des écosystèmes aquatiques et des services associés au-delà du fuseau d'étude.

Les **milieux terrestres** qui pourraient être impactés par le projet représentent une surface de 5998 ha sur l'ensemble du fuseau global. Les milieux agricoles dominent au sein des tronçons T2 et T5 que ce soit d'un point de vue comparatif (vis-à-vis des autres types de milieux) ou en valeur absolue (surface totale impliquée supérieure à 600 ha dans les deux cas). Ces deux tronçons concentrent donc la majorité des enjeux, par ailleurs renforcés du fait de la présence de passages en aérien dans ces secteurs.

Les principaux terrains touchés incluent le plateau de Saclay considéré comme un véritable grenier à blé et les terres agricoles de la Plaine de France. Ces territoires sont majoritairement occupés par les grandes cultures (24 exploitations en 2009 sur le plateau de Saclay, 80 en plaine de France en 2010). Néanmoins, une agriculture de proximité est de plus en plus favorisée avec la présence de 8 exploitations agricoles sur le plateau de Saclay. **Les usagers prioritairement affectés par le projet de Métro du Grand Paris concernent donc les salariés et exploitants des territoires considérés mais également les franciliens s'alimentant en produits locaux.** Au-delà des services qu'ils rendent à la société, ces milieux jouent également un rôle important pour le déplacement des espèces (trame verte) et se caractérisent par la présence de nombreuses espèces patrimoniales. Une étude fine sur ces deux tronçons sera donc nécessaire afin d'évaluer précisément les enjeux environnementaux et socioéconomiques.

Dans le cas des autres tronçons, ce sont les milieux de nature urbaine qui sont les plus impactés. Ces espaces ouverts ou arborés tiennent une place sociale majeure. Propices à la pratique d'activités sportives et touristiques de plein air, ces cœurs de nature sont des lieux de détente favorables au bien-être des citoyens qui les fréquentent. Ils participent également à l'amélioration du cadre de vie des citoyens par une purification de l'air et une régulation du climat local et global. Enfin, ils contribuent à la diversité et à l'abondance des insectes pollinisateurs qui pourront, à leur tour, favoriser les services d'approvisionnement dans les milieux limitrophes. **Les principaux usages affectés concernent donc majoritairement les résidents.** L'impact effectif du projet sera analysé précisément à l'échelle des tronçons. Néanmoins, une des contraintes majeures à la réalisation de ces études est l'absence de données de fréquentation et de satisfaction limitant de fait une évaluation quantitative des impacts.

Le projet de métro du Grand Paris devrait donc principalement affecter les services d'approvisionnement (production agricole) impliquant en premier lieu les salariés et exploitants des territoires considérés et les services socioculturels (loisirs de nature, paysage, etc..) affectant les résidents.

Une analyse fine de l'importance des parcs selon les villes et les catégories socioprofessionnelles des résidents pourrait être menée afin de préciser les enjeux au sein des différents tronçons. De même, il pourrait être envisagé d'identifier des zones de report potentiel en cas de destruction effective de ces parcs.

L'arrivée de gare dans des secteurs densément urbanisés constitue cependant un enjeu en matière de requalification urbaine et pourrait permettre d'implanter ou de diversifier les milieux (semi)naturels recensés et donc les services écosystémiques associés, notamment des espaces verts, dont une partie importante des communes de petite couronne sont déficitaires.

Enfin, une analyse prospective à l'horizon 2035 a montré que la construction du métro Grand Paris, associée à une politique volontariste de densification urbaine, permettrait d'économiser plus de 14 000 ha d'espace naturel sur l'ensemble du territoire de l'île de France, par rapport à un scénario de référence. Ce phénomène de densification devrait contribuer à préserver la biodiversité, la fonctionnalité des écosystèmes et certains services écosystémiques, notamment en lien avec la production agricole et les activités de nature. Notons toutefois que la préservation de ces services passe effectivement par une gestion raisonnée du territoire mais également des usages (réduction des phytosanitaires etc..) sous peine, dans la situation inverse, d'altérer leur production.

4.2 Coûts de périurbanisation érudables

4.2.1 Avertissement

Les bénéfices indiqués ci-après sont des bénéfices potentiels. Ils sont rendus possibles par la réalisation du Métro du Grand Paris mais ils ne se produiront que si d'autres mesures sont prises dans le secteur du transport, de l'aménagement du territoire et de la fiscalité qui dissuadent effectivement la dispersion de l'habitat et de l'emploi.

Avant de lire et d'interpréter les résultats présentés dans les parties qui suivent, il est recommandé de se référer à la partie 3.7.2 de la phase 2 de la présente étude qui décrit la méthodologie adoptée pour le calcul des données d'entrée du calcul des coûts collectifs, ses hypothèses et ses limites.

4.2.2 Consommation des espaces ruraux par l'urbanisation nouvelle

Selon les hypothèses de l'exercice, une urbanisation de l'Ile-de-France associée au projet de Métro du Grand Paris impliquerait une consommation d'espaces ruraux²⁴ de l'ordre de 700 ha d'ici à 2035. Une urbanisation qui, au contraire, s'effectuerait sans la réalisation du projet induirait la consommation de 17 400 à 21 500 ha d'espaces ruraux. Ainsi, la densification et les démolitions/reconstructions associées au projet de métro du Grand Paris permettraient de préserver entre 16 680 (hypothèse basse) et 20 810 ha (hypothèse haute) d'espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle, dont environ 14 000 hectares uniquement au sein de l'Ile-de-France. Les détails de ces résultats sont présentés dans les tableaux IV.2.2-1 et IV.2.2-2. La méthodologie adoptée pour obtenir ces résultats est décrite dans le chapitre 7.7 de la phase 2 de la présente étude.

Comme cela a été souligné dans le point 4.1.3.2, les impacts positifs indirects du projet sur la préservation des espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle (grâce à la densification et aux démolitions/reconstructions accrues avec le projet) compenseront très largement les impacts directs négatifs liés à la consommation de ces espaces pour la construction des gares et le tracé en aérien, dans la mesure où les politiques d'aménagement du territoire appropriées sont mises en œuvre en parallèle du projet.

Par ailleurs, il faut souligner que dans l'exercice d'évaluation des impacts il a été fait l'hypothèse que les habitants et les emplois actuels de l'Ile-de-France ne consommeraient pas plus d'espace par personne en 2035 qu'en 2005. Si les tendances passées se poursuivaient, on assisterait à une augmentation de surface de plancher par habitant d'environ 10 %. Dans ce cas, le potentiel d'économie de surface au sol urbanisée pourrait être très supérieur aux estimations faites ici.

²⁴ Les « espaces ruraux » sont l'ensemble des espaces compris dans le poste « rural » du MOS de l'IAURIF qui regroupe les sous-postes « bois ou forêts », « cultures », « eau » et « autre rural ».

Tableau 4.2-1 : Surfaces rurales (en ha) consommées par l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 par zone géographique dans le scénario de référence et le scénario de projet « hypothèse basse » (Source : MOS IAURIF 2003, 2008)

Surfaces rurales consommées par l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 (ha)	2035 référence	2035 projet hyp. basse	Différence (Projet hyp. basse – Référence)
Périmètre large d'étude	4 837	226	- 4 611
Extérieur de l'Ile-de-France	10 124	488	- 9 637
Hors Ile-de-France	2 435	-	- 2 435
Total	17 397	714	- 16 683

Tableau 4.2-2 : Surfaces rurales (en ha) consommées par l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 par zone géographique dans le scénario de référence et le scénario de projet « hypothèse haute » (Source : MOS IAURIF 2003, 2008)

Surfaces rurales consommées par l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 (ha)	2035 référence	2035 projet hyp. haute	Différence (Projet hyp. haute – Référence)
Périmètre large d'étude	4 837	226	- 4 611
Extérieur de l'Ile-de-France	10 124	452	- 9 673
Hors Ile-de-France	6 526	-	- 6 526
Total	21 487	678	- 20 810

Selon une étude anglaise²⁵, ces surfaces économisées peuvent être classées en quatre catégories : milieu naturel et semi-naturel, agricole intensif, agricole extensif et forêts. Cette même étude a analysé les évaluations de la disposition à payer des habitants pour la proximité d'espaces ruraux dans différents contextes et avec deux méthodes : l'évaluation contingente (ou préférences déclarées) et l'évaluation par le coût de transport. Les valeurs par hectare obtenues sont présentées dans le tableau IV.2.2-3.

Ces estimations sont le prix que les citoyens seraient prêt à payer collectivement chaque année pour préserver l'usage existant de ces espaces périphériques.

²⁵ 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

Tableau 4.2-3 : Consentement à payer annuellement par hectare de frange urbaine par les citoyens selon la frange urbaine considérée (Source : Study into the environmental impacts of increasing the supply of housing in the UK, Department for environment food and rural affairs, Appendix K, April 2004)

Type de frange urbaine	Consentement à payer annuel par hectare (€ ₂₀₁₀)	Etude de référence ²⁶	Méthode d'évaluation utilisée
Milieu naturel et semi-naturel	2 409	Hanley & Spash (1993)	MEC - MECT
Agricole intensif	149	Bowker & Diychuck (1994)	MEC
Agricole extensif	1 172	Willis et al (1995)	MEC
Forêts	3 766	Bishop (1992)	MEC

MEC : méthode d'évaluation contingente – MECT : méthode d'évaluation par le coût de transport

Remarque : le « consentement à payer » issu de la méthode d'évaluation contingente reste une donnée soumise à discussion qui doit alimenter le débat. En effet, les résultats de la MEC peuvent être biaisés par le caractère fictif du questionnaire mais aussi par le niveau de connaissance et d'informations des personnes interrogées. Toutefois, cette méthode reste actuellement, avec l'analyse conjointe, la seule qui puisse estimer, en termes monétaires, la plupart des valeurs de non-usage.

Pour exploiter ces estimations dans le cadre du projet de Métro du Grand Paris, il est fait l'hypothèse que l'extension de l'urbanisation à la périphérie de Paris consommera les espaces naturels agricoles et forestiers dans les mêmes proportions que celles observées en Ile-de-France entre 1996 et 2007²⁷, soit 84,9 % de terres agricoles²⁸, 14,5 % d'espaces naturalisés et 0,6% de boisements. A partir de cette hypothèse, on obtient une valeur annuelle moyenne pondérée de l'hectare préservé de 522€₂₀₁₀/ha/an.

Ainsi, à l'horizon 2035, l'économie d'espaces ruraux urbanisés réalisée dans le scénario « hypothèse basse » et dans le scénario « hypothèse haute », respectivement de 16 683 ha et de 20 810 ha, donne une valeur de **8,7 (hypothèse basse) à 10,9 (hypothèse haute) millions d'euros par an en faveur du projet**. Ces résultats sont détaillés dans le Tableau IV.2.2-4.

Tableau 4.2-4 : Valorisation de la préservation des espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 (en millions d'euros par an) par zone géographique

Valorisation de la préservation des espaces ruraux (en millions d'euros/an)	2035 projet hyp. basse	2035 projet hyp. haute
Périmètre large d'étude	2,4	2,4
Extérieur de l'Ile-de-France	5,0	5,1
Hors Ile-de-France	1,3	3,4
Total	8,7	10,9

Remarque : ces estimations monétaires ont été obtenues à partir d'une évaluation basée sur le transfert de données issues d'une méthode d'évaluation contingente et d'une évaluation par le coût

²⁶ Voir détails de ces références dans la partie « Bibliographie »

²⁷ Source : Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement Ile-de-France. Observation de la consommation des espaces agricoles et naturels en Ile-de-France et en Essonne entre 2004 et 2007.

²⁸ Par défaut : 90% d'intensif, 10% d'extensif

de transport réalisées durant les années 90 dans un contexte anglo-saxon, différent de celui de l'Ile-de-France.

4.2.3 Investissement de voiries et réseaux divers économisés pour l'urbanisation nouvelle

Selon les hypothèses de l'exercice, une urbanisation de l'Ile-de-France associée au projet de métro du Grand Paris impliquerait une consommation d'espaces non bâtis, c'est-à-dire de type « urbain ouvert » et « rural » (au sens du MOS de l'IAURIF), de l'ordre de 1 800 ha d'ici à 2035. Une urbanisation qui, au contraire, s'effectuerait sans la réalisation du projet induirait la consommation de 27 600 à 31 700 ha d'espaces non bâtis. Ainsi, la densification et les démolitions/reconstructions associées au projet de métro du Grand Paris permettraient de préserver entre 26 000 (hypothèse basse) et 30 000 ha (hypothèse haute) d'espaces non bâtis de l'urbanisation nouvelle, dont environ 23 000 hectares uniquement au sein de l'Ile-de-France. Les détails de ces résultats et la méthodologie adoptée pour les obtenir sont décrits dans le chapitre 7.7 de la phase 2 de la présente étude.

La consommation des espaces non bâtis nécessaires à la construction des surfaces de plancher pour l'accueil des populations et des emplois nouveaux va nécessiter des coûts de viabilisation qui dépendront du parcellaire construit. Il a en effet été souligné dans la phase 2 de la présente étude²⁹ que le coefficient d'occupation du sol utilisé lors de la construction du bâti influençait la longueur des Voiries et Réseaux Divers (VRD) à mettre en œuvre pour le viabiliser : égouts, éclairage, voirie, réseaux d'assainissement, etc. De manière générale, la diffusion périurbaine a pour conséquence de dédensifier les formes d'habitats et d'activités et de disperser les bâtis sur de très vastes étendues territoriales.

En raison de ces processus, il est donc nécessaire, pour desservir un même nombre de ménages et d'activités, que les longueurs des infrastructures et des réseaux augmentent. Suite à cet allongement, des surcoûts de viabilisation à la construction apparaissent donc.

Le tableau IV.2.3-1 montre des estimations de coûts primaires moyens d'équipements pour trois de types de parcelles dans un lotissement (avec création de voirie) en fonction de leur largeur à front de voirie : respectivement 7, 20 et 30 mètres. D'après ces chiffres, on peut estimer, par exemple, qu'entre :

- un parcellaire correspondant à une urbanisation relativement compacte de maisons mitoyennes (soit l'équivalent d'un coefficient du sol de 1, l'équivalent de 110 logements/ha sur des parcelles de 4 m x 19 m)
- et un parcellaire d'une zone plutôt diffuse (soit l'équivalent d'un coefficient du sol de 0,2, l'équivalent de 20 logements/ha sur des parcelles de 18 m x 22 m)

les coûts de viabilisation s'élèvent respectivement à 200 000€₂₀₀₈ et 160 000€₂₀₀₈ par hectare.

²⁹ Cf. chapitre 4.7 de la phase 2 de la présente étude

Tableau 4.2-5 : Estimation du coût primaire moyen d'équipement (en € 2008) de trois types de parcelles dans un lotissement avec création de voirie (largeurs à front de voirie de 7, 20 et 30 m) (Source : Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau, J.M. Halleux, J.M. Lambotte, 2008, p.28)

	Coût unitaire	Part	7 m	20 m	30 m
Coûts « variables »					
Électricité (2 côtés)	35 €/m	1	245 €	700 €	1 050 €
Éclairage public (1 côté)	62 €/m	½	217 €	620 €	930 €
Eau (2 côtés)	100 €/m	1	700 €	2 000 €	3 000 €
Incendie (1 côté)	10 €/m	½	35 €	100 €	150 €
Gaz (2 côtés)	37 €/m	1	259 €	740 €	1 110 €
Voie (6 m de large) (commune aux 2 côtés) avec égout complet sans égout	495 €/m 320 €/m	½ ½	1 733 € 1 120 €	4 950 € 3 200 €	7 425 € 4 800 €
Total coûts variables (maisons des deux côtés de la voirie)			3 190 €	9 110 €	13 660 €
Coûts « fixes » (y compris raccordements)					
Électricité	185 € parcelle (cabine de transformation)				
Eau	1 100 € parcelle (raccordement)				
Gaz	40 € parcelle (poste de transformation) 745 €/parcelle (raccordement)				
Total (coûts variables et coûts fixes)			5 260 €	11 180 €	15 730 €

Les tableaux IV.2-6 et IV.2-7 reprennent, d'une part, les totaux de surfaces non bâties consommées entre 2005 et 2035 par l'urbanisation nouvelle pour chaque scénario (Cf. chapitre 7.2 de la phase 2) et, d'autre part, les coûts totaux de viabilisation induits par cette urbanisation selon les hypothèses présentées au tableau IV.2-5.

Tableau 4.2-6 : Surfaces rurales et surfaces ouvertes (en ha) consommées par l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 par zone géographique dans le scénario de référence et le scénario de projet « hypothèse basse » et coûts de viabilisation totaux engendrés par cette urbanisation (Source : Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau, J.M. Halleux, J.M. Lambotte, 2007)

	2035 référence		2035 projet hyp. basse		Différence (Projet hyp. basse - Référence)	
	Surfaces non bâties entre 2005 et 2035 (ha)	Coûts de viabilisation de ces surfaces urbanisées (en M€ 2008)	Surfaces non bâties entre 2005 et 2035 (ha)	Coûts de viabilisation de ces surfaces urbanisées (en M€ 2008)	Surfaces non bâties entre 2005 et 2035 (ha)	Coûts de viabilisation de ces surfaces urbanisées (en M€ 2008)
COS = 0,2	20 539	3 286	0	0	-20 539	-3 286
COS = 0,3	7 101	1 172	0	0	-7 101	-1 172
COS = 0,9	0	0	833	162	833	162
COS = 1	0	0	42	8	42	8
COS = 2	0	0	976	234	976	234
Total	27 640	4 458	1 852	405	-25 788	-4 053

COS : Coefficient d'occupation du sol

Tableau 4.2-7 : Surfaces rurales et surfaces ouvertes (en ha) consommées par l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2035 par zone géographique dans le scénario de référence et le scénario de projet « hypothèse haute » et coûts de viabilisation totaux engendrés par cette urbanisation (Source : Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau, J.M. Halleux, J.M. Lambotte, 2007)

	2035 référence		2035 projet hyp. haute		Différence (Projet hyp. haute - Référence)	
	Surfaces non bâties entre 2005 et 2035 (ha)	Coûts de viabilisation de ces surfaces urbanisées (en M€ 2008)	Surfaces non bâties entre 2005 et 2035 (ha)	Coûts de viabilisation de ces surfaces urbanisées (en M€ 2008)	Surfaces non bâties entre 2005 et 2035 (ha)	Coûts de viabilisation de ces surfaces urbanisées (en M€ 2008)
COS = 0,2	24 630	3 941	0	0	-24 630	-3 941
COS = 0,3	7 101	1 172	0	0	-7 101	-1 172
COS = 0,9	0	0	710	138	710	138
COS = 1	0	0	42	8	42	8
COS = 2	0	0	976	234	976	234
Total	31 731	5 112	1 728	381	-30 002	-4 731

COS : Coefficient d'occupation du sol

Si l'on pose l'hypothèse qu'en moyenne 60% des coûts d'investissements ne sont pas supportés par l'occupant mais par la collectivité, il est alors possible d'en déduire les coûts externes de l'étalement urbain en termes de viabilisation de l'urbanisation nouvelle que le projet va permettre d'éviter, sous réserve de mesures d'accompagnement adaptées, entre 2005 et 2035. Ceux-ci s'élèvent respectivement à :

- **2,5 Md €₂₀₁₀** ³⁰ dans l'hypothèse « projet bas vs référence » ;
- **2,9 Md €₂₀₁₀** dans l'hypothèse « projet haut vs référence ».

4.2.4 Coûts d'exploitation des services publics et de rénovation des VRD

Aux gains de viabilisation précédemment calculés s'ajoutent les gains annuels en termes de services publics collectifs. Plus précisément, la mise en œuvre du projet va permettre d'épargner annuellement des surcoûts créés :

- d'une part, par la **maintenance et le renouvellement des VRD**. Si les ménages occupants peuvent être sollicités pour couvrir une partie des coûts de viabilisation, ils ne sont pas tenus de couvrir les coûts liés à l'entretien ou à la réparation des réseaux. Dès lors, ce sont soit les distributeurs (qui répercutent ces frais via la facturation auprès des usagers) soit les autorités communales (qui se servent de l'argent des contribuables) qui couvrent le financement de ces charges récurrentes ;
- et, d'autre part, par l'**exploitation des services publics** qui desservent les zones d'habitat et d'activité (distribution du courrier, ramassage des ordures, transports en commun, etc.). En effet, « à chaque service collectif correspond un surcoût influence par son coût social global, c'est-à-dire le coût réel supporté par l'ensemble de la collectivité. En effet, toutes choses étant égales par ailleurs, les surcoûts générés seront évidemment d'autant plus importants que le secteur considéré est important »³¹. Le type d'urbanisation (dense ou diffuse) influence la longueur des déplacements, mais aussi le choix du mode de transport utilisé, la fréquence des trajets ou encore la nature et la quantité des biens transportés par les services publics collectifs, ce qui joue aussi sur les coûts d'exploitation de ces services.

³⁰ 1€ 2008 = 1,0167 € 2010 (Source : INSEE, <http://www.insee.fr/fr/themes/indicateur.asp?id=29&page=achatfranc.htm>)

³¹ Les surcoûts des services publics collectifs liés à la périurbanisation : les réseaux d'infrastructures et les services de desserte. S.E.G.E.F.A, Université de Liège, mars 2000

Par hypothèse, ces coûts récurrents ont été fixés à 10% du montant total initial des coûts de viabilisation. Cela représente donc des coûts externes de l'étalement urbain en termes d'exploitation des services publics et d'entretien des VRD préservés grâce au projet de l'ordre de :

- **411,9 M€₂₀₁₀/an dans l'hypothèse « projet bas vs référence » ;**
- **481,0 M€₂₀₁₀/an dans l'hypothèse « projet haut vs référence ».**

4.2.5 Synthèse des résultats obtenus pour la période 2005-2035

Avant de lire et d'interpréter les résultats présentés dans le tableau IV.2.5-1, il est recommandé de se référer à la partie 3.7.2 de la phase 2 de la présente étude qui décrit la méthodologie adoptée pour le calcul des données d'entrée de l'évaluation des coûts collectifs, ses hypothèses et ses limites.

Les bénéfices indiqués ci-après sont des bénéfices potentiels. Ils sont rendus possibles par la réalisation du métro du Grand Paris mais ils ne se produiront que si d'autres mesures sont prises dans le secteur du transport, de l'aménagement du territoire et de la fiscalité qui dissuadent effectivement la dispersion de l'habitat et de l'emploi.

Tableau 4.2-8 : Synthèse des coûts collectifs calculés

Monétarisation des coûts externes de l'étalement urbain évités grâce au projet sur la période 2005-2035				
Coûts externes considérés	Référence - « Projet hyp. basse »		Référence - « Projet hyp. haute »	
	Indicateur environnemental évalué	Valorisation (en € ₂₀₁₀)	Indicateur environnemental évalué	Valorisation (en € ₂₀₁₀)
Consommation des espaces ruraux par l'urbanisation nouvelle	16 683 ha d'espaces ruraux préservés de l'urbanisation nouvelle avec projet entre 2005 et 2035 sur l'ensemble du périmètre	8,7 M€₂₀₁₀/an	20 810 ha d'espaces ruraux préservés de l'urbanisation nouvelle avec projet entre 2005 et 2035 sur l'ensemble du périmètre de calcul	10,9 M€₂₀₁₀/an
Coûts de viabilisation	25 788 ha d'espaces ruraux et ouverts préservés de l'urbanisation nouvelle avec projet entre 2005 et 2035 sur l'ensemble du périmètre	2,5 Md€	30 002 ha d'espaces ruraux et ouverts préservés de l'urbanisation nouvelle avec projet entre 2005 et 2035 sur l'ensemble du périmètre de calcul	2,9 Md€
Coûts d'exploitation des services publics et d'entretien des VRD		411,9 M€₂₀₁₀/an		481,0 M€₂₀₁₀/an

Attention :

- Ces gains représentent la valeur ajoutée du projet de métro du Grand Paris en ce qui concerne l'occupation du sol par rapport à un scénario de référence qui suppose déjà la réalisation d'une infrastructure de transport en commun en rocade, en l'occurrence Arc Express. **Ce bilan économique serait potentiellement plus important si on considérait un scénario de référence sans projet de transport en commun de rocade, « au fil de l'eau ».**
- L'exercice d'évaluation des impacts n'a pas considéré une accentuation du phénomène de desserrement des ménages et des emplois d'ici à 2035. **Si tel était le cas, le potentiel d'économie de surface au sol urbanisée pourrait être très supérieur aux estimations faites dans le cadre de la présente étude.**
- Enfin, l'exercice de définition des scénarios d'urbanisation entre 2005 et 2035 a mis en exergue la capacité résiduelle en surfaces de plancher³² qu'il existerait après 2035 en Ile-de-France dans les scénarios de projet. Ce surplus permettrait d'accueillir après 2035 des soldes migratoires nouveaux à destination de l'Ile-de-France. L'utilisation de cette capacité d'accueil résiduelle aurait des impacts environnementaux positifs en termes de préservation des espaces ruraux et de diminution des coûts de viabilisation et d'exploitation des services publics. Ainsi, **des impacts indirects positifs seraient encore visibles après 2035 et imputables au projet de métro du Grand Paris** si, toutefois, les mesures d'accompagnement adaptées sont mises en œuvre en parallèle du projet. Comme l'année 2035 est l'horizon du présent exercice, ces impacts résiduels positifs post-2035 n'ont pas été intégrés au bilan final des coûts collectifs.

³² 1 925 Mm² SHON (hypothèse basse) et 1 918 Mm² SHON (hypothèse haute) créés entre 2005 et 2035 n'auront pas été utilisés en Ile-de-France pour l'accueil des nouveaux habitants et des nouveaux emplois dans la région, dont un tiers dans le périmètre large d'étude

5 Analyse des méthodes et des difficultés rencontrées

5.1 Préambule important

Il convient de rappeler le contexte général de la réalisation de cette étude.

- 1- Le projet n'est pas défini au niveau assez habituel, pour une étude d'impact, de l'avant-projet. **Les études préliminaires ne sont pas terminées et le seront au 30 juin 2012.**
- 2- Les études géotechniques, indispensables à tout projet de ce type n'ont pas été réalisées, ou sont en cours de réalisation, à la date du 30 juin 2012. **Le contenu de cette étude, qui fait appel à la connaissance existante, est donc sous réserve de confirmation par ces études géotechniques.**
- 3- La présente étude d'impact globale, et celles dédiées aux tronçons, a été établie en vue d'obtenir une Déclaration d'Utilité Publique (DUP) pour une infrastructure de transport de grande envergure. **L'obtention de la DUP ne préjuge pas des autorisations administratives nécessaires à un projet de ce type dont les procédures et la délivrance restent à réaliser. Ces procédures nécessitent des études réglementaires et techniques qui seront réalisées ultérieurement et préciseront la présente étude.**

Les éléments ci-dessus expliquent le niveau général de précision de cette étude et l'existence d'éléments non définis du projet ne permettant pas une analyse détaillée.

Les éléments de cette étude d'impact sont donc à prendre en compte comme étant des éléments généraux et des ordres de grandeur devant évoluer vers plus de précision avec le niveau de définition du projet et la réalisation des études réglementaires et techniques associées.

Les éléments de ce chapitre détaillent les techniques et analyses réalisées.

5.2 Méthodes et limites de l'analyse du milieu physique – climat, topographie et pédologie

5.2.1 Climat

Seules les données météorologiques ont été prises en compte dans ce thème. Le changement climatique et les éléments associés sont traités par ailleurs.

Les données proviennent de Météo France et ont été analysées.

5.2.2 Topographie

L'analyse topographique et la cartographie reposent sur le Modèle Numérique de Terrain fourni par l'Institut Géographique National et mis à disposition par le Maître d'Ouvrage.

Les éléments figurant sur le Scan 25 de l'IGN ont également été utilisés.

Aucune donnée locale établie par un géomètre expert n'a été utilisée à ce niveau.

L'analyse reste générale.

5.2.3 Pédologie

L'analyse repose sur la carte pédologique régionale établie par l'INRA. Le niveau de précision de cette carte suffit largement au niveau d'analyse de la présente étude.

5.3 Méthodes et limites de l'analyse de la géologie et de l'hydrogéologie

5.3.1 Etat initial

Les investigations géotechniques et hydrogéologiques propres au projet n'étant pas encore disponibles, la géologie (épaisseur des couches géologiques, variations lithologiques) et l'hydrogéologie (piézométrie, caractéristiques hydrodynamiques), les usages et la qualité des eaux souterraines ont été décrits sur la base des données bibliographiques disponibles.

Géologie

La description de la géologie a été réalisée à partir des cartes géologiques du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) suivantes :

- Carte géologique N°183 de Paris au 1/50 000^{ème} ;
- Carte géologique N°184 de Lagny au 1/50 000^{ème}.

Des précisions lithologiques et stratigraphiques ont été apportées grâce aux informations disponibles dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS, site internet INFOTERRE) et grâce aux informations contenues dans l'ouvrage de G. FILLIAT « La pratique des sols et fondations ».

Cette analyse de la géologie sera précisée via l'exploitation des données qui seront recueillies lors de la campagne de sondages géotechniques réalisée le long du tracé.

Hydrogéologie

La description de l'hydrogéologie a été réalisée à partir :

- des cartes hydrogéologiques de l'Atlas des Nappes Aquifères de la Région Parisienne du BRGM (Service Géologique Régional Bassin de Paris, 1970) ;
- de la carte hydrogéologique de PARIS du BRGM (DIFFRE, 1970) ;
- de la synthèse hydrogéologique de la région parisienne du BRGM (Feuille N°183, rapport BRGM DSGR.66.A66/1966) ;
- de l'ouvrage Hydrogéologie du Bassin de Paris de Claude Mégrien (1979) ;
- du SDAGE Seine-Normandie.

- de l'état initial de l'étude de faisabilité réalisée par la société SYSTRA sur le sous-tronçon T0-est, allant de Villejuif à Noisy-Champs ;
- du Mémoire environnement de l'étude de faisabilité réalisée par la société SETEC tpi sur le sous-tronçon T0-ouest, allant de Villejuif au Pont de Sèvres ;
- des banques de données ADES et BSS ;
- des archives BURGEAP (précisions locales).

La piézométrie des nappes a été ajustée via l'intégration de données plus récentes contenues dans les archives de BURGEAP. Des précisions piézométriques ont été apportées grâce aux informations disponibles dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS, site internet INFOTERRE). Le Guide d'aide à la décision pour l'installation de pompes à chaleur sur nappe aquifère en région Parisienne (Rapport BRGM/RP-53306-FR) a fourni des informations précieuses pour caractériser les nappes aquifères régionales, notamment en termes de productivité. Les gammes de perméabilité des nappes aquifères données sont approximatives et résultent pour la plupart de la synthèse des données du BRGM et de notre connaissance du contexte hydrogéologique local.

La piézométrie des nappes aquifères rencontrées sera précisée grâce aux ouvrages piézométriques qui seront réalisés lors de la campagne d'investigations hydrogéologiques. Des essais d'eau seront menés pour évaluer les paramètres hydrodynamiques locaux des nappes.

Qualité des eaux souterraines

L'évaluation de la qualité des eaux souterraines a été réalisée à partir des données publiques disponibles dans la base de données ADES. Les analyses d'eau disponibles dans les qualimètres situés à l'intérieur du fuseau du projet ont été croisées avec les valeurs seuils définies dans le décret 2007-49 pour l'eau potable et l'eau brute, ainsi que les valeurs seuils 2011 fixés par l'OMS.

Dans le but de synthétiser les informations disponibles, quatre indices de pollution synthétiques ont été retenus : Indice hydrocarbure (hydrocarbures totaux, HCT), somme des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), somme des BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène) et somme des composés organo-halogénés volatil (COHV). Dans le détail, les seuils suivants ont été retenus :

- 1) Indice HCT \geq 1 milligramme/L ;
- 2) Sommes des HAP \geq 0,1 microgramme/L ;
- 3) Sommes des BTEX \geq 100 microgrammes/L ;
- 4) Sommes des COHV \geq 100 microgrammes/L.

Afin de qualifier l'état le plus actuel possible de l'eau des nappes aquifères, seules les dernières analyses réalisées dans les ouvrages ont été retenues. Cependant, les analyses disponibles sont parfois anciennes et ne reflètent pas forcément l'état qualitatif actuel des nappes (dégradation naturelle des polluants, non prise en compte des éventuels chantiers de dépollutions récents. Le non dépassement des seuils 2, 3, 4 définis ci-dessus ne garantit pas que l'eau de nappe concernée respecte l'ensemble des valeurs seuil définies dans le décret 2007-49 pour l'eau potable et l'eau brute, ainsi que les valeurs seuils 2011 fixés par l'OMS. Les somme des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène) et des composés organo-halogénés volatil (COHV) n'ont pas de valeur réglementaire en tant que telles mais permettent d'apprécier la qualité générale des eaux souterraines.

Cette première analyse de la qualité des eaux souterraines a été complétée à l'aide des données disponibles dans les bases de données BASIAS (anciens sites industriels) et BASOL (sites pollués en cours de traitement par l'administration). Ces deux bases de données donnent essentiellement des informations concernant la qualité des sols. Toutefois, par extrapolation, les zones présentant une concentration en sites BASIAS ou BASOL constituent des zones de pollution possibles des eaux souterraines, majoritairement les nappes d'eau proches de la surface qui constituent le milieu récepteur de certains polluants contenus dans les sols.

Usages de l'eau

Alors que le recensement des ouvrages utilisés pour l'alimentation en eau potable est exhaustif, le recensement des autres usages des eaux souterraines est plus délicat. Les ouvrages mis en jeu pour ces autres usages ont été recensés à partir de la BSS du BRGM. Cette base de données n'intègre pas toujours les ouvrages les plus récents (ouvrages à usage géothermique par exemple) et recense parfois, à l'inverse, des ouvrages qui n'existent plus ou qui ne sont plus en fonctionnement (nombreux anciens forages industriels par exemple).

5.3.2 Méthodes et limites de l'évaluation des impacts sur les eaux souterraines

Impact en termes de rabattement de nappe :

En section courante, le tunnelier à confinement est la méthode constructive très majoritairement employée. Elle ne nécessite pas de rabattement de nappe, le tunnelier s'affranchissant des charges d'eau et réalisant l'étanchéification de l'ouvrage au fur et à mesure de l'avancement.

Toutefois, les gares, les puits d'aération ainsi que certaines sous-sections seront généralement réalisées en tranchées ouvertes ou en tranchées couvertes : il sera alors souvent nécessaire de pomper un débit résiduel en phase chantier pour la mise hors d'eau des fouilles. Localement, le fonctionnement des dispositifs de pompage est susceptible de perturber les écoulements des nappes d'eaux souterraines. De la même manière, les eaux souterraines constituent un impact potentiel sur le projet et conditionnent les méthodes constructives employées.

La construction de parois moulées avec ou sans « bouchon injecté » (fond injecté ou jupe injectée, création artificielle d'un frein hydraulique en injectant un terrain perméable pour le rendre très peu perméable et ancrer la paroi moulée) permettront de limiter au maximum les débits résiduels.

Dans le fuseau, l'impact en termes de rabattement de nappe a été défini en considérant le « critère aquifère » des nappes souterraines concernées (productivité plus ou moins forte des nappes), en le pondérant avec la hauteur de rabattement nécessaire.

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

Lorsque l'ouvrage souterrain intercepte les nappes du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp de l'Eocène supérieur, l'impact a été considéré comme modéré (débit résiduel potentiellement modéré, zones colorées en orange).

Pour une hauteur de rabattement n'excédant pas 3 mètres, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte les nappes des Marnes et caillasses, du Calcaire grossier et des Sables de l'Yprésien de l'Eocène inférieur, l'impact a été considéré comme modéré (débit résiduel potentiellement modéré, zones colorées en orange). Pour une hauteur de rabattement supérieure à 3 mètres, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte les nappes des Marnes et caillasses, du Calcaire grossier et des Sables de

l'Yprésien de l'Eocène inférieur, l'impact a été considéré comme important (débit résiduel potentiellement important, zones colorées en rouge).

Dans l'extension du faciès argileux des sables de l'Yprésien, la productivité de la nappe aquifère étant réduite, l'impact en termes de débit résiduel potentiel a été considéré comme modéré (débit résiduel potentiellement modéré, zones colorées en orange). Enfin, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte la nappe fissurée et très productive de la Craie du Crétacé, l'impact a été considéré comme très important (débit résiduel potentiellement très important, zones colorées en rouge hachuré).

« Effet Barrage » :

Compte tenu de son diamètre de l'ordre de 10 mètres, l'ouvrage souterrain est susceptible de faire barrage à l'écoulement des nappes d'eau souterraines ; il en résulte un relèvement de la piézométrie en amont de l'ouvrage et un abaissement de la piézométrie en aval.

Cet « effet barrage » a été quantifié en considérant, d'une part, le sens d'écoulement des nappes d'eau souterraines (l'effet barrage maximal est induit lorsque l'ouvrage souterrain est perpendiculaire au sens d'écoulement de la nappe interceptée), et d'autre part, en considérant le pourcentage d'occultation de la nappe d'eau souterraine par l'ouvrage (plus le pourcentage d'occultation de la nappe est élevé, plus l'effet barrage est important).

Le code couleur vert/orange/rouge a été utilisé pour distinguer les zones présentant une sensibilité à l'effet barrage faible/modérée/forte. À l'échelle globale du projet, l'impact en termes d'effet barrage a été évalué en considérant le tunnelier comme règle constructive. Ce schéma général sera ajusté localement dans les études d'impact à l'échelle tronçon pour prendre en compte les sections réalisées en tranchées ouvertes ou couvertes. Sur ces sections, les méthodes constructives induisent un pourcentage d'occultation souvent plus important des nappes d'eau souterraines et donc un effet barrage plus important.

Qualité des eaux souterraines :

En cas de pompage pour rabattre les nappes d'eau souterraines concernées par le projet, la qualité des eaux souterraines est susceptible d'avoir un impact sur le projet (réglementation très stricte, nécessité de traitement des eaux pompées avant rejet dans le milieu naturel, difficultés à trouver un exutoire pour le rejet, coût élevé du rejet dans les réseaux d'assainissement) ;

D'autre part, le pompage dans les nappes d'eau souterraines présentant une pollution significative est susceptible de favoriser une migration des polluants et une extension des zones polluées. L'évaluation des impacts potentiels en termes de pollution des eaux souterraines a été basée sur les données recueillies dans la banque de données ADES. L'analyse des données disponibles a permis d'identifier des zones de pollution avérée des eaux souterraines (zones colorées en rouge foncé). Cette première analyse a été complétée à l'aide des données disponibles dans les bases de données BASIAS (anciens sites industriels) et BASOL (sites pollués en cours de traitement par l'administration).

Ces deux bases de données donnent essentiellement des informations concernant la qualité des sols. Toutefois, par extrapolation, les zones présentant une concentration en sites BASIAS ou BASOL constituent des zones de pollution possibles des eaux souterraines, majoritairement les nappes d'eau proches de la surface qui constituent le milieu récepteur de certains polluants contenus dans les sols. Dans les zones à proximité de sites BASOL, la pollution des eaux souterraines a été qualifiée de « probable » dans la mesure où les sites BASOL présentent une pollution avérée des eaux souterraines et sont en cours de dépollution (zones colorées en rouge pâle). Dans les zones de concentration en sites BASIAS, la pollution des eaux souterraines a été qualifiée de « potentielle » dans la mesure où les sites BASIAS sont des anciens sites industriels dont les sols, et par extension, les eaux, peuvent présenter une pollution résiduelle (zones colorées

en orange). Dans les zones sans données publiques disponibles, le risque de pollution des eaux souterraines a été qualifié de « faible » (zones colorées en vert).

Usages des eaux souterraines :

À l'échelle globale, parmi les potentiels impacts du projet sur les usages des eaux souterraines, la perturbation des pompages mis en œuvre pour l'approvisionnement en eau potable constitue un enjeu majeur ; l'approvisionnement en eau potable a donc été distingué des autres usages.

Le premier critère défini pour évaluer le potentiel impact du projet sur l'approvisionnement en eau potable est le critère « distance ». Ainsi, les zones de pompages situés 1,5 km à l'extérieur du fuseau ont été considérés comme des zones sensibles.

Le second critère considéré est la nappe aquifère captée. Si la nappe d'eau souterraine captée pour l'approvisionnement en eau potable est celle potentiellement influencée par le projet (perturbation des écoulements, rabattement), l'impact du projet sur le pompage considéré a été jugé plus sensible que si le projet intercepte une nappe différente. Enfin, le troisième critère est celui de la position de l'ouvrage souterrain par rapport au pompage considéré et par rapport au sens d'écoulement de la nappe interceptée : une perturbation des écoulements en amont d'un pompage aura un impact potentiel plus important qu'une perturbation en aval de celui-ci.

Il faut souligner que les champs captant de grande ampleur modifient localement de manière très importante l'écoulement général de la nappe captée : les positions amont et aval de l'écoulement général des nappes au droit des champs captant de Croissy-sur-Seine et de Villeneuve-la-Garenne n'ont pas été jugées déterminantes dans l'évaluation de l'impact potentiel du projet sur l'approvisionnement en eau potable ; les écoulements des nappes concernées convergent vers ces champs captant depuis toutes les directions.

Les zones faisant l'objet d'une exploitation importante des eaux souterraines pour d'autres usages ont été considérées dans un deuxième temps.

5.4 Eaux superficielles

Les données proviennent de l'IGN pour la représentation cartographique générale, de l'Agence de l'Eau Seine Normandie et de la DRIEE pour les représentations cartographiques relatives à la qualité des cours d'eau, aux masses d'eau et aux aquifères.

Les éléments du SDAGE Seine-Normandie et des SAGE concernés proviennent de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et de sites internet institutionnels sur ce sujet.

Le caractère souterrain de l'ouvrage facilite grandement l'analyse.

5.5 Milieux Naturels

5.5.1 Limite sur la définition du projet à l'échelle globale

L'étude d'impact globale a comme objectif de donner une vision complète et intégrée des effets du schéma d'ensemble du métro du Grand Paris sur toutes les thématiques de l'environnement en général. L'étude d'impact globale est dans la continuité de l'évaluation stratégique environnementale et permet de poursuivre le processus d'intégration des préoccupations environnementales dans la conception du projet.

Au moment de la rédaction de cette étude globale, toutes les études « tronçon » n'ont pas le même niveau de définition, cet état de fait a nécessité d'homogénéiser le niveau de données afin de permettre un même niveau de lecture. Ce niveau de précision sera complété dans le cadre des études d'impact « tronçon ».

L'évaluation des incidences de l'impact globale s'est portée, tout comme pour l'évaluation stratégique environnementale, sur un fuseau global, large de 500 m de part et d'autre des différentes variantes de tracé et des centres de maintenance envisagés. Afin de conserver une cohérence entre l'étude d'impact globale et les différentes études d'impact tronçon, le maître d'ouvrage s'est engagé à ne pas étudier de variantes de tracé en dehors de ce fuseau.

Pour certaines thématiques, les communes traversées par ce fuseau forment l'aire d'étude.

5.5.2 Limites liées aux données

Pour le volet « Faune-Flore », lors du lancement de l'évaluation environnementale, plusieurs études et documents étaient en cours de réalisation et leur transmission n'a pas été possible ou n'a été effectuée qu'à un état avancé de l'étude. Il s'agit notamment de :

- du Schéma Régional de Cohérence Ecologique : compte tenu des délais de validation des éléments produits, la Région et la DRIEE n'ont pas pu transmettre les résultats de cette étude. Le travail effectué dans l'ESE sur l'analyse des continuités écologiques aux abords du projet a donc été repris et complété ;
- L'actualisation des ZNIEFF 1 et 2, en cours de réalisation ou de validation. Les versions actualisées fournies lors de l'ESE ont été réutilisées mais toutes les fiches de ZNIEFF ne sont pas à ce stade actualisées et le processus d'actualisation n'est pas achevé.

5.5.3 Limites liées à la méthode de travail

5.5.3.1 Etude des continuités écologiques

Une partie du travail d'analyse de la situation initiale a consisté en une identification des continuités écologiques du territoire d'étude, à l'aide d'une méthodologie de travail basée sur l'utilisation du MOS³³ 2008 et de l'ECOMOS 2000. Une méthode de travail simplifiée a été mise en place et présente, bien entendu des limites. Les corridors repérés n'ont par exemple, pas fait l'objet de vérification de terrain.

³³ Mode d'Occupation des Sols (IAURIF)

5.5.3.2 Repérage de terrain

Compte tenu du planning de réalisation et de la zone d'étude, aucun inventaire faune-flore n'a été réalisé dans le cadre de l'étude d'impact globale. Des repérages terrain ont cependant été effectués sur la ligne orange (non étudiée dans l'ESE) et sur les portions de tracé prévus en viaduc notamment sur le tronçon Orly-Versailles et Le Mesnil-Amelot – Les Grésillons. Ces repérages terrain ont permis d'évaluer les enjeux et de prescrire des inventaires complémentaires, à effectuer dans le cadre des études d'impact tronçon.

Pour le tronçon 0, l'état initial s'est basé sur la bibliographie disponible et sur un repérage terrain réalisé en décembre. Cette période n'est pas propice à l'observation de la faune. La localisation précise voire la découverte de certaines espèces protégées et/ou patrimoniales (Falcaire commune, Triton crêté...) n'a donc pas été possible et des inventaires complémentaires seront donc nécessaires pour affiner localement les enjeux des secteurs impactés.

5.5.3.3 Effets visuels des ouvrages permanents

A ce stade de l'étude, les projets urbains des gares ainsi que les émergences des ouvrages annexes sont en cours de définition et ne sont pas sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris. Aussi, il n'a pas été possible d'évaluer avec précision les effets visuels sur les monuments historiques à proximité. Une analyse a été amorcée et des recommandations ont cependant été formulées.

5.5.3.4 Impacts cumulés

Pour des raisons pratiques, la liste des projets étudiés pour cette analyse correspond à des projets considérés comme suffisamment avancés dans leurs études réglementaires et/ou autorisations de l'autorité environnementale.

A ce stade, l'analyse des projets potentiellement en interaction a permis de lister les impacts cumulés potentiels mais l'évaluation précise des effets nécessiterait des études complémentaires à des stades de définition des projets plus précis.

5.5.3.5 Evaluation du niveau d'impact et du niveau d'enjeux

Compte tenu du niveau de précision du projet, une part de subjectivité réside dans les évaluations du niveau d'impact. L'utilisation de critères quantitatifs tels que le nombre et les types de zonage, les espèces en présence et leur statut pour les enjeux ou les surfaces impactées permet de limiter cet effet.

Cet exercice est d'autant plus délicat à l'échelle du fuseau d'étude globale.

5.6 Occupation du sous-sol et risques naturels et technologiques

5.6.1 Réseaux et ouvrages souterrains

Dans l'agglomération parisienne, l'occupation du sol est fortement marquée par l'urbanisation et les infrastructures.

Parallèlement à l'occupation de la surface du sol, il existe une occupation du sous-sol qui est une contrainte à la réalisation de projets, en particulier souterrains.

L'objectif de cette partie est de quantifier l'occupation du sous-sol, à la fois en termes de répartition spatiale et de profondeur.

Compte tenu du degré de précision du projet, l'analyse portera sur les composantes principales des infrastructures souterraines : il s'agit des éléments assurant l'architecture générale des réseaux.

L'analyse repose entièrement sur la prise en compte et la cartographie de données relatives à ces réseaux. Elle considère principalement un projet souterrain, un projet aérien ayant une incidence négligeable sur cette thématique.

Les éléments fins des réseaux, la desserte locale au niveau des bâtiments, ne sont pas pris en compte dans la présente analyse pour les raisons suivantes :

- le niveau de définition actuel du projet ne permet pas une analyse à ce niveau de détail,
- en zone urbanisée, leur densité est très forte et on peut considérer qu'il y en a partout,
- ces éléments sont pour la plupart situés à faible profondeur, dans les 10 premiers mètres.

Ces éléments devront être pris en compte lors des études de définition du projet. Néanmoins, ces éléments sont systématiquement déplacés dans les projets ayant une phase Voirie et Réseaux Divers.

Pour un réseau aérien au sol, ces éléments fins se déplacent hors de l'emprise du projet si cela est nécessaire : c'est une opération courante.

Pour un réseau aérien sur infrastructure, seuls les ancrages sont concernés de la même façon, la profondeur étant, en général plus importante (5 à 10 m).

Pour un réseau souterrain, le tunnel passera en dessous de ces réseaux. En effet, les 10 premiers mètres sont également occupés par les fondations des bâtiments, les sous-sols (à usage de parking ou autre) et il n'est pas envisageable d'y faire passer un tunnel. A titre d'exemple, la dernière ligne de métro construite, la ligne 14, a été creusée à 40 m de profondeur.

Les éléments pris en compte sont donc les suivants :

- les canalisations de transport de produits divers : gaz naturel haute pression, pétrole, produits chimiques, eau chaude/réseau CPCU,
- les grands collecteurs d'assainissement des eaux usées.

5.6.2 Bâti et niveau de sous-sol

Les bâtiments à usage d'habitation, de bureaux ou d'activités, les bâtiments industriels ou militaires, les hôpitaux, les postes électriques, les stations de pompes, en somme tous les bâtiments destinés à tous les usages, présentent généralement un ou plusieurs niveaux au-dessus du niveau du sol, et parfois un ou plusieurs niveaux de sous-sols.

Le type de fondation des bâtiments dépend à la fois des caractéristiques propres de chaque bâtiment et des caractéristiques géotechniques du sol sur lequel ils sont implantés.

Le réseau et les ouvrages liés au projet du Grand Paris, du tunnel jusqu'aux gares, en passant par les émergences, sont donc contraints par le bâti présent en surface, à la fois par la couverture de ce bâti, et par le mode de construction opéré. Le tunnel peut en effet croiser des fondations de types pieux profonds, ou des niveaux de sous-sols, ou bien encore l'implantation des gares peut être prévue à l'emplacement de bâtiments existants.

La connaissance de la couverture bâtie en surface, et de sa typologie constitue donc une approche générale pour évaluer les impacts du projet sur le bâti, et a fortiori les contraintes que le bâti existant impose au projet. Elle est un préalable à une étude plus détaillée du bâti et des fondations.

Les impacts ou interactions possibles sont de différentes natures :

- Impacts par vibrations émises par le déplacement des trains sur des sites sensibles, identifiés,
- Nécessité d'acquisition de terrains dans le cas de constructions présentes à l'emplacement prévu d'une gare, ou d'une émergence,
- Impacts sur les fondations en cas de fondations profondes,
- Impacts sur les fondations ou niveaux de sous-sols en cas de présence de nombreux niveaux de sous-sols, comme à la Défense par exemple.

La typologie du bâti a été établie à partir des éléments suivants :

- Carte IGN,
- Plans cadastraux,
- Données du site internet www.géoportail.fr.

Ces données ont été croisées avec le site internet Google Maps, dont l'outil Street View a notamment permis la vérification des niveaux des bâtiments sur le fuseau.

La carte présente le zonage du type de bâti dominant.

Le zonage différencie les bâtiments à usage classiques (usages résidentiels ou tertiaires) d'une part, selon leur hauteur, les hôpitaux, dont on considère qu'ils ont au moins un voire deux niveaux de sous-sols, et qu'ils présentent une sensibilité particulière (par exemple les canalisations d'oxygène), les sites sensibles de type sites militaires, aéroports, industriels, qui ne présentent pas nécessairement de niveaux de sous-sols, mais sont des espaces particuliers demandant une attention spécifique.

Les éléments remarquables ponctuels, comme des bâtiments de grande hauteur ponctuels dans un zonage à bas niveaux, ou bien les postes électriques, stations d'épuration, réservoirs d'eau... sont également représentés selon deux symboles. Ils nécessitent également une attention spécifique, sans toutefois présenter systématiquement une interaction avec le réseau du projet.

Les résultats sont donc ceux d'une grande échelle, l'objectif du présent rapport n'étant pas de déterminer au bâtiment près, hors cas particulier, l'impact du projet sur chaque bâtiment. Cependant, ce type d'étude sera nécessaire dans la définition du projet.

La méthodologie employée ne permet pas de connaître le type de fondation, puisqu'il faudrait une étude exhaustive bâtiment par bâtiment, les caractéristiques géotechniques du sous-sol pouvant changer dans une même rue. Elle ne permet pas non plus de connaître précisément la profondeur des bâtiments, et donc les niveaux de sous-sols.

En revanche, la hauteur des bâtiments, ainsi que la présence à proximité, ou non, de parkings aériens, permet de supputer leur profondeur, et de déterminer les zones à sensibilité plus ou moins forte.

5.6.3 Risques naturels et technologiques

Ces risques ont été pris en compte à par des documents et zonages officiels fournis par la DRIEE et/ou téléchargés.

Les Plans de Prévention des Risques approuvés et rendus publics ont été pris en compte et les éléments graphiques utilisés en rapport avec l'étude.

5.7 Sols pollués

5.7.1 Objectifs

L'objectif était de réaliser un état des lieux des sites potentiellement pollués situés au droit du fuseau et de classer ces sites en fonction du risque de pollution attendu, afin de cartographier les risques de pollution attendu au droit du tracé du futur métro.

Cette étude représente une première évaluation du risque de pollution basée sur une étude documentaire.

5.7.2 Outils / bases de données utilisés

Cette thématique a été étudiée par l'intermédiaire des bases de données mises à disposition par l'autorité publique : BASIAS, gérée par le BRGM pour le compte du ministère chargé de l'écologie; et BASOL, gérée directement par le ministère chargé de l'écologie.

La base de données BASIAS fait l'inventaire des sites industriels connus, en activité ou non.

La base de données d'Anciens Sites Industriels et Activités de Service (BASIAS) est un inventaire systématique des sites pollués en France initié dès 1978. Les principaux objectifs de cet inventaire sont

- de recenser tous les sites industriels abandonnés ou non, susceptibles d'engendrer une pollution de l'environnement,
- de conserver la mémoire de ces sites,
- de fournir, dans les limites des informations récoltées, des informations utiles pour toutes transactions immobilières aux acteurs de l'urbanisme, du foncier et de la protection de l'environnement, aux notaires et les détenteurs des sites, actuels ou futurs,

Il faut souligner que l'inscription d'un site dans la banque de données BASIAS ne préjuge pas d'une pollution avérée à son endroit. La base est consultable sur le site du BRGM (<http://basias.brgm.fr>).

La base de données BASOL recense les sites potentiellement pollués ayant appelé à une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif. Les sites dits « orphelins », dont le propriétaire et l'exploitant ont disparu, y figurent. Le renseignement puis la mise à jour de BASOL est assuré le plus souvent par l'inspection des installations classées.

Les principaux objectifs de cette base de données sont

- de recenser tous les sites industriels abandonnés ou non, ayant engendrer une pollution de l'environnement,
- de conserver la mémoire de ces sites,
- de fournir des informations sur le type de polluants détectés, les moyens mis en place pour lutter contre ces polluants et les restrictions d'usage de ces sites.

Contrairement aux sites inscrits BASIAS, ceux inscrits dans la banque de données dans la banque de données BASOL préjuge d'une pollution avérée à son endroit. La base est consultable sur le site Internet du Ministère de l'Ecologie, et du Développement Durable (<http://basol.ecologie.gouv.fr>).

Précisons qu'un site pollué est un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement.

Ces situations sont souvent dues à d'anciennes pratiques sommaires d'élimination des déchets, mais aussi à des fuites, à des épandages de produits chimiques, ou à des retombées de rejets atmosphériques accumulés au cours des années, accidentels ou pas. La pollution présente un caractère concentré, à savoir des teneurs souvent élevées et sur une surface réduite (quelques dizaines d'hectares au maximum). Elle se différencie en cela des pollutions diffuses, comme celles dues à certaines pratiques agricoles ou aux retombées de la pollution automobile près des grands axes routiers. C'est pourquoi cette thématique a été étudié à travers les bases de données BASIAS et BASOL car elles recensent les sites où une pollution a pu avoir lieu.

De par l'origine industrielle de la pollution, la législation relative aux installations classées est la réglementation la plus souvent utilisée pour traiter les situations correspondantes.

5.7.3 Méthodologie

Pour évaluer le risque de pollution (capacité du milieu souterrain à être impacté par une pollution potentielle provenant d'une activité potentiellement polluante) et hiérarchiser ces sites BASIAS/BASOL, nous avons défini six paramètres qui sont :

- la nature de l'activité
- les installations présentes sur site
- les produits utilisés sur site
- les conditions de stockage de ces produits
- les volumes de produits stockés
- les réhabilitations qui ont eu lieu.

Chaque paramètre a été noté de 0 à 5, en fonction du risque éventuel de pollution du milieu souterrain (5 représente un risque très fort). Les critères d'attribution de ces notes sont présentés dans le Tableau V.6.4-6. Les notes attribuées pour chaque critère ont été additionnées et forment une note finale (entre 0 et 30) affectée au site et caractérisant le risque potentiel de pollution sur le site.

A partir des notes obtenues il a été possible de hiérarchiser chacun des sites en fonction du risque de pollution qu'ils représentent. Les sites ont été classés en 4 catégories, en fonction de leur note finale :

- Catégorie 1 pour une note comprise entre 26 et 30, traduisant un risque très fort de pollution, représenté en rouge sur les cartes ;
- Catégorie 2 pour une note comprise entre 20 et 25, traduisant un risque fort de pollution, représenté en orange sur les cartes ;
- Catégorie 3 pour une note comprise entre 10 et 19, traduisant un risque modéré de pollution, représenté en bleu sur les cartes ;

- Catégorie 4 pour une note comprise entre 0 et 9, traduisant un risque faible de pollution, représenté en vert sur les cartes.

Tableau 5.7-1 : Grille de notation

nom de l'exploitant	
Critère (sous ensemble)	Note
Type d'activité (risque de pollution lié à la nature de l'activité principale)	
Inconnue	0
Tertiaire	0
Entreposage	1
Fonderie	2
Production ou transformation	3
Réparation et maintenance	4
Stockage, transvasement ou conditionnement des produits chimiques liquides	5
Blanchisserie	5
Installation à risque (risque de pollution lié à la présence des installations potentiellement polluantes)	
Inconnue	0
Chaufferie	1
Transformateur	2
Cabine de peinture	4
Pipe-line	5
Dépôt de liquides inflammables, poste de distribution	5
Type de stockage (risque de pollution lié aux conditions de stockage des produits)	
Inconnue	0
Stockage conditionné dans les entrepôts (bidons)	0
Stockage conditionné en extérieur (bidons)	1
Stockage en vrac sur dallage	2
Stockage en vrac sans dallage	3
Stockage aérien des liquides (cuves)	4
Stockage souterrain des liquides (cuves)	5
Type de produits utilisés (risque de pollution lié à la nature des produits utilisés, leur toxicité, volatilité, solubilité)	
Inconnue	0
Matières inertes (papiers, matériaux de construction, bois...)	0
Matières premières (métaux, engrais...)	1
Charbon	2
Alcools	2
Hydrocarbures lourds (fuel, huiles usagées), PCB	3
Phénols	3
Peintures	4
Hydrocarbures légers (essence)	5
Solvants	5
Volume stocké (risque de pollution lié au volume des produits utilisés)	
Inconnue	0
< 5 m ³	1
5 m ³ < V < 50 m ³	2
V > 50 m ³	3
V >> 50 m ³	5
Etat de réhabilitation (risque d'existence de la pollution)	
Réhabilité	0
Réhabilitation non nécessaire	1
Pollution avérée mais réhabilitation non urgente	2
Pollution suspectée	3
Réhabilitation partielle déjà réalisée	4
Réhabilitation nécessaire mais non réalisée	5
NOTE FINALE	

La possibilité de remplir le tableau précédent, et donc la fiabilité des données dépendent très fortement des informations disponibles sur les fiches descriptives associées à un site BASIAS, le risque étant de classer un site comme potentiellement peu pollué par manque de données.

La fiabilité des données a été définie comme le degré de confiance des informations obtenues sur un site qui s'échelonne entre 0 et 5. Il est basé sur le nombre d'informations disponibles pour remplir le tableau précédent. Plus les informations sont précises, plus la note est élevée.

Les critères pris en compte et les notes attribuées sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau 5.7-2 : Fiabilité des données

Fiabilité	
Aucune donnée	0
1 sous ensemble connu	1
2 sous ensemble connus	2
3 sous ensemble connus	3
4 sous ensemble connus	4
4 sous ensemble connus	5

La fiabilité est représentée graphiquement sur les cartes par un symbole différent : respectivement pour les fiabilités de 0 à 4 un rond, un carré, un losange, une croix, un triangle pointe vers le bas et un triangle point vers le haut.

5.7.4 Mode opératoire

Pour la hiérarchisation des sites, nous avons procédé comme suit :

- Téléchargement sur les sites internet BASIAS/BASOL des données situées au droit du fuseau du futur métro,
- Pour chacun de ces sites, lecture des informations disponibles sur les fiches BASIAS/BASOL
- Définition du risque de pollution d'après ces informations
- Définition de la fiabilité des informations obtenues
- Attribution du code couleur / forme pour chaque site
- Réalisation de la cartographie en fonction des codes couleur/forme
- Interprétation de la cartographie

5.7.5 Limites

Comme expliqué précédemment, cette méthodologie est tributaire de la quantité et de la qualité des informations disponibles auprès des banques de données BASIAS et BASOL. En effet, à titre d'exemple le type de stockage et le volume de produits utilisés n'est que rarement mentionné.

Cette étude n'est qu'une première approche de la problématique des sols pollués au droit du tracé qui devra être complétée par des recherches complémentaires et des investigations sur site.

D'autre part, la localisation des sites n'est pas toujours précise, l'implantation de ces derniers peut donc parfois se retrouver décaler de plusieurs centaines de mètres. De même, pour les sites étendus il n'est, à ce stade, pas possible de localiser les installations potentiellement polluantes et donc de prévoir leur impact sur le projet.

5.8 Population, emploi et occupation du sol

5.8.1 Limites liées aux données

Le diagnostic de l'occupation du sol en Ile-de-France ainsi que l'exercice de définition de scénarios d'urbanisation d'ici à 2035 ont été effectués à partir de **données informatisées de l'occupation du sol actuelle issues des deux versions différentes** de l'IAU-Ile-de-France. En effet, la nouvelle version de la base de données du Mode d'Occupation du Sol (MOS) de l'IAU-Ile-de-France (2008) a été transmise par le Maître d'ouvrage pour la quasi-totalité du territoire couvert par les communes du périmètre large d'étude. C'est donc cette version la plus récente qui a été utilisée pour l'exercice de diagnostic et d'analyse des impacts à l'échelle de ces territoires. Toutefois, compte tenu du coût de cette base de données, le Maître d'ouvrage n'a pas acquis le MOS 2008 pour l'entièreté de l'Ile-de-France. C'est pourquoi, pour deux communes du périmètre large d'étude, en l'occurrence Montigny-le-Bretonneux et Magny-les-Hameaux, un recoupement de l'ancienne (2003) et de la nouvelle (2008) version du MOS a dû être effectué afin de couvrir la totalité de leur surface. Pour les autres communes de la région en dehors du périmètre large d'étude, c'est également l'avant-dernière version de 2003 du MOS de l'IAU-Ile-de-France qui a été utilisée.

En ce qui concerne les **hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi entre 2005 et 2035 en Ile-de-France**, elles ont été définies par le Maître d'ouvrage et n'ont pas été discutées. Il est important de souligner que le scénario de référence a été élaboré avec l'hypothèse de réalisation du projet de rocade Arc Express. A cette hypothèse de réalisation d'infrastructure de transport de rocade est associée celle d'une densification des populations à ses abords, qui ne se produirait pas dans un scénario d'occupation du sol qui évoluerait « au fil de l'eau ». De plus, le niveau de précision stratégique des données transmises par le Maître d'ouvrage n'a pas permis une analyse fine des effets du projet sur la démographie francilienne (par exemple : effets sur les caractéristiques des ménages, les secteurs d'activités des emplois, etc.). Quoiqu'il en soit, ces hypothèses d'évolution démographiques ne peuvent, à ce stade, être considérées comme des objectifs d'aménagement officiels. Celles-ci ont été construites dans un objectif stratégique, afin d'alimenter l'exercice d'estimation des impacts du projet, et non prospectif. Les hypothèses d'évolutions démographiques par commune entre 2005 et 2035 pour le scénario de référence³⁴, le scénario de projet « hypothèse basse »³⁵ et de projet « hypothèse haute »³⁶ ont ainsi été utilisées telles quelles, avec leur niveau d'incertitude, comme données d'entrée **pour alimenter l'ensemble de la chaîne de modélisation** et notamment l'exercice du volet « occupation du sol ». Il est nécessaire de garder à l'esprit que ces hypothèses peuvent avoir des conséquences significatives sur les résultats obtenus dans l'étude d'impact environnemental.

5.8.2 Limites liées à la méthode de travail

L'ensemble de la démarche d'évaluation des impacts potentiels du projet sur l'occupation du sol s'appuie sur la construction de structures d'urbanisation permettant de définir un niveau d'augmentation potentielle du COS d'ici à 2035. Ce $\Delta\text{COS}_{2005-2035}$ s'applique à chaque type de surface du mode d'occupation du sol actuel en fonction de différents critères (typologie, localisation, scénario étudié).

³⁴ Source : Société du Grand Paris, 2012, à partir des estimations 2030 de l'IAURIF, 2008

³⁵ Source : Accord cadre Etat-Région, 2012

³⁶ Source : Secrétariat Régional au développement de la Région Capitale, évaluation stratégique environnementale du projet de métro automatique du Grand Paris, 2009-2010

L'approche méthodologique utilisée est basée sur quatre points forts, dont trois qui possèdent des limites à souligner :

- l'évolution de la population et de l'emploi d'ici à l'horizon 2035 : les hypothèses prédéfinies par le Maître d'ouvrage ont été utilisées comme données d'entrée de l'exercice (Cf. limites décrites au point précédent) ;
- la conversion des populations et des emplois nouveaux en besoins supplémentaires de surfaces à créer d'ici à 2035 : l'hypothèse conservatrice utilisée est que le phénomène de desserrement des ménages ne s'accroîtrait pas d'ici à 2035 et, qu'également, chaque nouvel emploi en 2035 nécessiterait la même surface de plancher qu'en 2005. Ce sont des hypothèses discutables qui font que les gains obtenus en faveur du projet peuvent être sous-estimés ;
- les hypothèses d'application des $\Delta\text{COS}_{2005-2035}$ sur le mode d'occupation du sol actuel. Pour tous les scénarios, il n'a pas été pris en compte :
 - les contraintes réglementaires qui existent à l'heure actuelle dans certaines zones et qui sont un frein à un processus plus ou moins intense d'urbanisation/de densification (exemple : espaces naturels protégés, forêts de protection, sites classés, zones d'inconstructibilité, etc.) ;
 - l'évolution du prix du foncier qui va largement conditionner le choix d'implantation des ménages et des emplois ;
 - les démarches locales d'aménagement du territoire visant à favoriser de fortes densités dans la construction nouvelles et/ou une accentuation du rythme de renouvellement du bâti existant, etc. Les démarches novatrices de ZAC, de PLU, etc. n'ont, par exemple, pas été intégrées dans l'exercice.

5.9 Urbanisme réglementaire

L'analyse présentée dans cette étude d'impact repose sur une compilation et une analyse de l'ensemble des documents d'urbanisme concernant la zone de projet, de l'échelle régionale à l'échelle communale.

Cette analyse porte sur les interactions du projet avec les orientations générales de chaque document.

La mise en compatibilité des documents d'urbanisme, au sens réglementaire du terme est faite par ailleurs.

Les analyses d'urbanisme détaillées, au niveau de chaque gare, ne sont pas non plus réalisées ici. Les études faites au niveau des Contrats de Développement Territorial et les études techniques d'implantation des gares sont réalisées par ailleurs.

5.10 Mobilité

5.10.1 Méthodologie

L'approche méthodologique choisie est basée sur l'estimation de l'évolution du trafic routier et de la fréquentation des transports publics en 2035, soit dix ans après la mise en service du métro. Les estimations sont réalisées avec et sans projet et pour deux niveaux de demande future (que nous appellerons par la suite hypothèse basse et hypothèse haute).

Les impacts du projet sur la mobilité et l'accessibilité sont quantifiés à l'aide des modèles de transport MODUS de la DRIEA qui utilisent comme entrées des données comportementales issues en grande partie de l'Enquête Globale de Transport, et qui fournit comme résultats les variations d'accessibilité dans la zone d'étude, les distributions des déplacements dans l'espace, leur part modale et la fréquentation des réseaux. Les modèles fournissent de nombreux indicateurs qui permettent de comprendre et de localiser les évolutions des comportements de mobilité : dans quelle mesure le métro automatique va-t-il concurrencer la route et quelle sera la nouvelle part modale des différents modes de transport ? Quels seront les gains de temps des voyageurs de transport public ? Quels seront les impacts sur la congestion du réseau routier et TC ? Les éléments de réponse issus du modèle sont donnés dans les points suivants.

Le schéma de la page suivante décrit la chaîne de modèles qui fournit des indicateurs d'impacts dans le domaine de la mobilité (voir schéma page suivante). Les modèles fournissent des informations localisées dans l'espace soit le long des axes d'un réseau soit selon un découpage géographique fin. Les deux points suivants décrivent le schéma de modélisation qui explicite la manière dont les modèles interagissent et précise les types de données d'entrée et de sortie.

5.10.1.1 Schéma de modélisation

Le processus de modélisation permettant d'évaluer les impacts du projet sur la mobilité est décrit et schématisé ci-dessous.

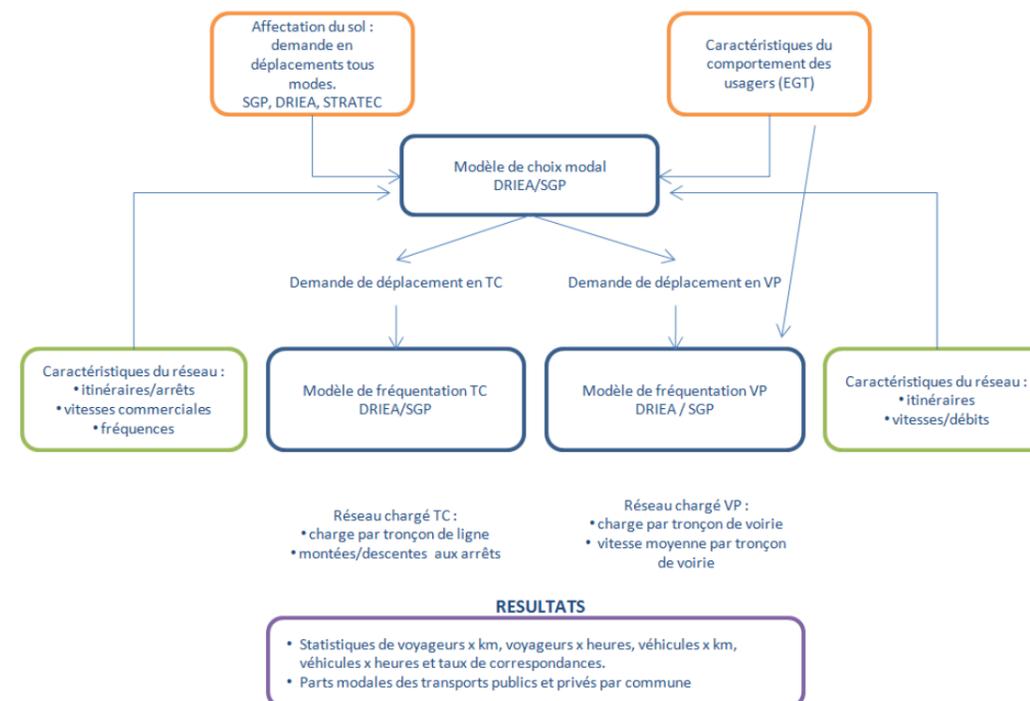


Figure 5.10-1 : Chaîne de modélisation utilisée (Source : Stratec)

La chaîne de modèle Modus de déplacements de la DRIEA, est construite selon un schéma en quatre étapes :

1. Etape de génération
Cette étape fixe le volume des déplacements et la localisation des départs (émissions) et des arrivées (attractions).
2. Etape de distribution
L'ensemble des origines et destinations forment des couples origine/destination qui déterminent spatialement les déplacements.
3. Etape de choix modal
Pour chaque déplacement (couple origine/destination) et pour chaque catégorie d'utilisateur, la procédure de choix modal détermine la probabilité de choix du mode. Le modèle de choix modal fournit des matrices de transport par mode. Le choix du mode de transport s'opère selon une fonction de type logit qui prend en compte l'utilité³⁷ du voyageur pour chaque mode. Cette fonction est construite sur base de données comportementales (enquêtes de l'EGT 2001) et sur base des données sur l'offre de transport issues des modèles d'affectation (étape suivante).
4. Etape d'affectation VP/TC
Cette dernière étape consiste à affecter sur les réseaux de transport public et privé modélisés la demande issue du choix modal. Le choix de l'itinéraire s'opère selon un algorithme calé sur des observations (enquêtes et comptages).

³⁷ L'utilité doit être comprise au sens économique : le voyageur cherche, en choisissant son mode de transport, à maximiser son utilité. L'utilité prend en compte des paramètres tels que le mode, le coût, le temps, la longueur du déplacement, le stationnement.

La première étape consiste à mettre au point le modèle qui permettra d'estimer **la demande** de déplacements sur base d'indicateurs de l'occupation du sol :

- Pour l'état initial³⁸, les données d'entrée permettant d'estimer les déplacements proviennent des modèles existants de la DRIEA (données de population totale, de population active, du nombre d'emplois totaux et du nombre de places des étudiants).
- Pour les situations 2025 et 2035³⁹ de référence, les données de référence sont construites par projection des tendances actuelles et par la prise en compte des impacts des projets d'aménagement prévus en Ile-de-France, notamment dans le cadre du Grand Paris⁴⁰.

Le modèle est construit sur base d'un découpage spatial du territoire de l'Ile-de-France dont le niveau de précision est de l'ordre de la commune. Dans le modèle Modus, les zones font référence au découpage DRIEA du territoire (découpage MODUS) en 1289 unités internes à la région, auxquelles s'ajoutent 4 zones spécifiques (correspondant aux deux aéroports et à des zones extérieures à la région). Ce zonage est construit par regroupement du zonage IRIS propre à l'INSEE pour le recensement de la population, et est compatible avec le découpage administratif (communes, département). Le zonage du modèle routier est légèrement plus détaillé pour s'adapter à la précision du réseau. C'est le découpage en zone de trafic du réseau de transport public qui sera pris comme référence par la suite. Au terme de la première étape, le modèle a localisé dans chaque zone et pour chaque scénario les origines et les destinations des déplacements (émissions et attractions).

La seconde étape consiste à distribuer les déplacements sur les origines et destinations projetées à l'étape précédente. C'est une étape également importante à l'issue de laquelle, peuvent être observés des impacts majeurs sur la demande de transport. En effet, une politique adaptée d'usage du sol qui rapprocherait les origines et destinations des déplacements aurait comme effet une diminution des distances moyennes parcourues et donc de la circulation et ce pour un même nombre de déplacements.

Ensuite, il s'agit de modéliser les réseaux routiers et de transport public qui fourniront pour chaque paire origine/destination des indicateurs de qualité de service :

- Pour l'état initial, les réseaux sont ceux modélisés par la DRIEA (2007 pour la route, octobre 2009 pour les transports publics lourds et 2002 pour les bus RATP).
- Pour les situations 2025 et 2035, le réseau routier de référence tient compte des projets considérés comme des coups partis par la DRIEA et la Société du Grand Paris. La description est donnée dans le chapitre concernant les hypothèses.

En troisième étape, le modèle de **choix modal** permet, au départ de la demande totale de déplacements et des informations sur la qualité de service des réseaux (temps de parcours, coûts, correspondances, temps de marche, temps d'attente,... regroupés dans une « utilité »), de calculer des matrices de déplacements par mode. La simulation du choix modal a été réalisée par la DRIEA sous la supervision de la Société du Grand Paris et en collaboration avec le groupement d'étude. Le modèle produit les matrices de déplacements routiers et en transport public à l'heure de pointe du

³⁸ Etabli pour 2005

³⁹ L'horizon d'évaluation des indicateurs a été déterminé comme suit : 2015, année au cours de laquelle les tunneliers qui doivent opérer en même temps pendant la première phase du projet seront véritablement en action, réalisation du réseau complet achevée en 2023 et 2035 correspond à environ 10 ans après la mise en service.

matin pour un Jour Ouvrable de Base (JOB).

En quatrième étape, les matrices de déplacements par mode sont ensuite **affectées sur les réseaux TC et VP** pour la simulation des choix d'itinéraires. Ces résultats sont ensuite utilisés pour **les modèles de calcul des émissions et concentrations de polluant, et des émissions de bruit**. Le modèle fournit des statistiques indicatrices de la fréquentation : réseaux chargés avec des données de charge par mode, de flux par arc des réseaux, de vitesse, de distance.

Pour le modèle d'émission, il est essentiel que les informations de fréquentation par arc soient détaillées par catégorie de véhicule (carburant, typologie d'émission EU). Cette étape de désagrégation par catégorie de véhicule est réalisée à la suite des modèles d'affectation sur les réseaux.

5.10.1.2 Scénarios modélisés

Les 4 scénarios présentés dans le tableau suivant ont été modélisés dans le cadre de cette étude. Il s'agit de la situation avec et sans projet pour deux niveaux de population et emploi en 2035 : distribution haute et distribution basse. (cf. chapitre Démographie)

Liste des scénarios testés en 2025 et en 2035 :

Tableau 5.10-1 : Liste des scénarios testés (Source : Stratec)

Modélisation	P+E	Mode	Offre
1	Total référence avec distribution haute	TC	Sans projet
	Total référence avec distribution haute	VP	Sans projet
2	Total référence avec distribution basse	TC	Sans projet
	Total référence avec distribution basse	VP	Sans projet
3	Total référence avec distribution haute	TC	Avec projet
	Total référence avec distribution haute	VP	Avec projet
4	Total référence avec distribution basse	TC	Avec projet
	Total référence avec distribution basse	VP	Avec projet

5.10.1.3 Données d'entrée et de sortie des modèles

- Etapes de génération/attraction et de distribution

Plusieurs paramètres influencent l'émission et la distribution des déplacements en 2035. Ce sont les suivants :

- Population à l'horizon 2035 (totale, actifs, en âge scolaire, pop >65 ans) ;
- Emplois à l'horizon 2035, selon le niveau de qualification ;
- Places scolaires par commune ou zone de trafic à l'horizon 2035 ;
- Taux de mobilité (nombre moyen de déplacement par personne et par jour), par motif de déplacement à l'horizon 2035 (télétravail, flexibilité, RTT, développement des loisirs, effets de l'augmentation du coût des transports, ...)

L'étape d'émission et de distribution des déplacements en 2035 (2018, 2021, 2025) donne les résultats suivants :

- P+E avec projet hypothèse « haute »
- P+E avec projet hypothèse « basse »
- Matrices de déplacements tous modes par zone de trafic pour toutes les variantes de demande ;

- Etape de choix modal

Les paramètres qui influencent le choix du mode des déplacements (avec et sans projet) sont les suivants :

- Pour les transports publics, vitesses commerciales par mode TC à l'horizon 2035 ;
- Prix TC et VP à l'horizon 2035 ;
- Taux de motorisation par zone de trafic à l'horizon 2035 ;
- Offre de stationnement par zone de trafic à l'horizon 2035 ;
- Taux d'occupation des véhicules à l'horizon 2035, par zone de trafic ;
- Perception des modes (constante modale) à l'horizon 2035 ;
- Valeur du temps à l'horizon 2035 ;

L'étape de modélisation du choix modal en 2035 donne les résultats suivants :

- Matrices des coûts généralisés par zone de trafic (choix modal) pour le mode VP et TC ;
- Matrices de déplacements TC, VP et autre par zone de trafic ;
- Parts modales des transports publics et des VP par commune ou zone de trafic à l'origine et à destination à la pointe du matin ;

- Etape du choix d'itinéraire

Les paramètres influençant le choix d'itinéraire sur le réseau TC (avec et sans projet) sont :

- La valeur du temps de marche à l'horizon 2035 ;
- La valeur du temps d'attente à l'horizon 2035 ;
- La valeur du temps à bord à l'horizon 2035 ;
- La pénalité de correspondance à l'horizon 2035 ;
- La structure des prix des titres à l'horizon 2035 ;
- La perception des modes à l'horizon 2035 ;

Les paramètres influençant le choix d'itinéraire sur le réseau routier (avec et sans projet) sont :

- La valeur du temps de trajet à l'horizon 2035 ;
- Le prix/km du trajet à l'horizon 2035 ;
- Les flux de poids lourds à l'horizon 2035

Les résultats du modèle de transport à l'horizon 2035 avec et sans projet sont les suivants :

- La matrices des temps généralisés par zone de trafic (choix d'itinéraire) pour le mode VP et TC (avec le détail de la composition pour les TC : temps d'accès, à bord, d'attente, de marche, de correspondance,...);
- La charge du réseau routier et différence de charge avec et sans projet ;
- La congestion du réseau VP avec et sans projet;
- Les isochrones des gains de temps à partir des segments du fuseau et des pôles d'intérêt locaux;
- La quantification du transit passant par le segment et différence avant-après projet ;
- Pour le TC, variations de montées/descentes/correspondances, charge sur le réseau, voyageurs x km, voyageurs x heure, correspondances, temps de marche, temps à bord, temps d'attente, temps d'accès à l'arrêt, temps d'accès à la destination depuis l'arrêt (pour l'ensemble du modèle et par ligne ou mode si disponible ;

- Pour les VP : véhicules x km, véhicules x h, km d'axe saturés par commune ou zone de trafic, par type de voirie;

5.10.1.4 Hypothèses d'usage du sol et de demande de transport

Les hypothèses d'occupation du sol prises en compte dans les modèles pour l'analyse de la mobilité et de l'accessibilité ont été définies au niveau communal par le maître d'ouvrage :

- Une hypothèse haute, cohérente avec les données exploitées pour l'Evaluation Stratégique Environnementale
- Une hypothèse basse, qui s'appuie sur des projections qui ont fait l'objet d'un accord entre la Région et l'Etat, et sur lesquelles se base la révision du SDRIF.

Il s'agit de projections à l'horizon 2035 des plans et projets de développement pour le Grand Paris. Les projections de l'hypothèse haute ont été construites en tenant compte des évolutions probables et des volontés politiques exprimées dans la loi sur le Grand Paris en cohérence avec l'étude stratégique environnementale. Les projections de l'hypothèse basse sont le résultat de l'accord Région – Etat qui a conduit à la naissance du projet du métro du Grand Paris et à une révision du SDRIF. Ces projections font apparaître clairement les pôles de développement ambitionnés par le politique sur lesquels s'appuiera par hypothèse l'étude. Un chapitre sera entièrement dédié à l'analyse méthodique des mesures susceptibles de favoriser la réalisation de ces objectifs (mesures d'accompagnement).

L'occupation du sol dans le scénario avec projet prend donc en compte les effets du futur métro automatique sur le développement urbain, la localisation des ménages et des activités. Pour les besoins de la modélisation, cette occupation du sol est identique pour les 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 commune⁴¹. Ces éléments sont développés dans le chapitre consacré à l'aménagement du territoire.

5.10.2 Limites

- Les analyses du volet dépendent fortement du modèle de transport. Ce dernier s'appuie sur les hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi entre 2005 et 2035. Les limites de ces hypothèses, détaillées dans le chapitre dédié, sont à prendre en considération.
- La taille du chantier va générer un charroi exceptionnel pour amener et évacuer les milliers de tonnes de matériaux nécessaires. Il importe de minimiser l'usage du mode route au profit d'abord de la voie d'eau puis du rail, mais cela ne sera pas possible partout. Pour optimiser le transport par route, il est capital de connaître les origines et destinations des matériaux pour estimer les flux engendrés et tester les itinéraires les moins pénalisants pour la circulation. Ce travail conséquent qui nécessite une reprise des outils de simulation n'a pas été réalisé dans le cadre de cette étude.

⁴¹ Le modèle ne simule pas l'impact du métro automatique sur la relocalisation des activités. En effet, ce type de simulation « Land use » est complexe à mettre en œuvre et ne rentre pas dans les délais de cette étude.

- La modélisation des comportements des usagers pour le choix du mode et le choix d'itinéraire est basée sur l'Enquête Globale de Transport 2001. Ces comportements sont susceptibles d'évoluer à l'horizon 2035. Cela n'a pas été pris en compte ici.

5.11 Air, énergie et climat

5.11.1 Air

Rappel méthodologique

L'analyse des impacts du projet sur la qualité de l'air a nécessité plusieurs étapes de modélisation afin d'abord de passer des données de trafic routier à des émissions de polluants atmosphériques puis de passer de ces émissions à des concentrations moyennes annuelles et finalement de calculer l'exposition de la population à ces concentrations.

Les données d'entrée nécessaires à cette modélisation étaient principalement le parc roulant à l'horizon d'étude (2035) et les données de trafic en situation de référence et en situation de projet. Le modèle COPERT IV permet alors de calculer les émissions sur chaque arc du réseau de transport. Les étapes de modélisation sont rappelées dans la figure ci-dessous :

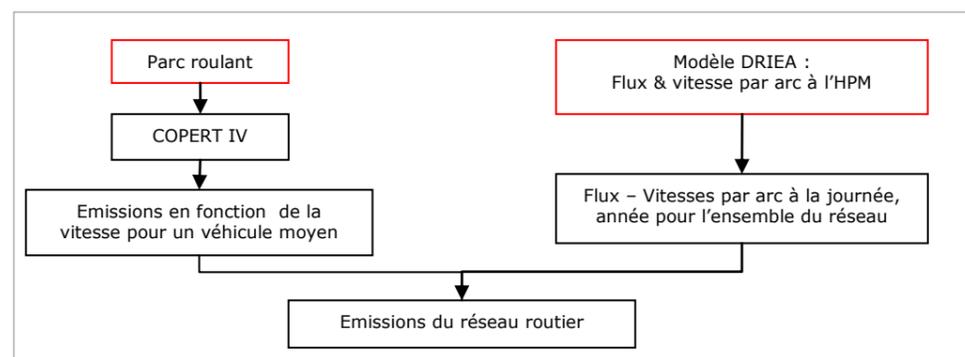


Figure 5.11-1 : Méthodologie schématique d'évaluation des émissions liées au réseau

Grâce à un modèle de dispersion des polluants, les concentrations moyennes annuelles ont ensuite pu être calculées sur l'ensemble du territoire de l'Ile-de-France. En croisant ces données avec les données de population, il a finalement été possible d'évaluer l'impact du projet sur l'exposition des franciliens aux pollutions atmosphériques.

Limites de la méthodologie et difficultés rencontrées

Le processus de modélisation des émissions et concentrations de polluants atmosphériques et le modèle de transport sur lequel il repose se basent tous deux sur un grand nombre d'hypothèses notamment concernant la répartition de la population, le parc automobile, etc. Bien qu'un travail important ait été réalisé afin de définir ces hypothèses sur base des tendances futures les plus probables, il faut noter que certains changements imprévisibles pourraient amener ces hypothèses à varier, impliquant ainsi des modifications dans les résultats.

Un des principaux facteurs qui pourrait influencer les résultats de modélisation est celui de la composition du parc automobile. En effet, comme l'analyse des incidences l'a montré, l'évolution

future du parc automobile devrait impliquer des changements radicaux dans les quantités de polluants atmosphériques émis. Ces changements correspondent pour certains polluants à une diminution de plus de 75% des émissions entre 2005 et 2035. L'absence de certitudes à long terme concernant les politiques dans ce domaine, nous a amenés à constituer un parc automobile en cohérence avec les tendances observées ces dernières années. Ces tendances pourraient cependant évoluer dans le futur notamment en ce qui concerne le ratio essence/diesel et la proportion des véhicules électriques. Il est également difficile de prévoir si les évolutions technologiques futures permettront d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques visés actuellement.

Un autre facteur très important concerne les données de trafic à l'horizon 2035. Afin de prendre en compte les données disponibles les plus précises, nous nous sommes basés sur les résultats du modèle MODUS de la DRIEA. Malgré ça, il existe une certaine limite de précision en ce qui concerne les flux de trafic mais aussi leur localisation spatiale. Le réseau routier est en effet en constante évolution et il va de soi que certains flux de trafic pourraient, à l'avenir, être déplacés sur de nouveaux axes. De même, la localisation des habitants évoluera inévitablement en particulier pour accepter les augmentations de population prévues à l'horizon 2035. La répartition spatiale des augmentations ou diminutions de concentrations de polluants atmosphériques et de l'exposition des franciliens pourrait donc varier légèrement.

Malgré ces incertitudes, le modèle s'est montré relativement robuste quant à l'évaluation de l'impact global du projet. Quelles que soient les scénarios envisagés, le projet induit une amélioration de la qualité de l'air principalement de long des grands axes routiers. Cette amélioration reste cependant modeste particulièrement en comparaison avec les améliorations attendues grâce aux progrès technologiques et au renforcement des normes d'émissions.

5.11.2 Energie

Rappel méthodologique

L'impact du métro du Grand Paris sur les consommations énergétiques a été évalué en comparant les besoins énergétiques du métro en fonctionnement et les besoins énergétiques des autres modes de transport, principalement le transport routier.

Les besoins nécessaires au fonctionnement du métro sont ceux de l'énergie de traction, de l'électricité utilisée dans les gares (éclairage, panneaux d'informations...) et les centres de maintenances et de l'énergie utilisée pour chauffer certains de ces locaux.

Les gains, quant à eux, proviennent essentiellement de la circulation routière. On distingue deux principaux effets : d'une part les gains liés à la réduction des distances parcourues sur le réseau routier au profit des transports en commun, et d'autre part, les gains de consommations réalisés grâce à une augmentation de la vitesse moyenne de circulation sur le réseau routier due à une diminution de la congestion.

Limites de la méthodologie et difficultés rencontrées

La méthodologie adoptée pour calculer les consommations énergétiques nécessaires au fonctionnement de l'infrastructure est une approche simplifiée permettant d'évaluer les besoins sur base de données générales disponibles à ce stade de définition du projet. La consommation exacte dépendra en effet de nombreux choix techniques notamment au niveau de la traction et de l'isolation des bâtiments. Cette approche permet de quantifier globalement la consommation énergétique et d'identifier les postes les plus importants. Elle permet également de comparer ces consommations avec les gains attendus au niveau du trafic routier.

Concernant l'évaluation de la consommation du trafic routier, les principales limites évoquées précédemment dans le cadre de l'impact sur la qualité de l'air sont également de mise. Ces limites concernent donc la modélisation du trafic, la définition du parc automobile et l'incertitude concernant les progrès technologiques.

Cependant, une démarche conservatrice, particulièrement en ce qui concerne les consommations énergétiques nécessaires au fonctionnement de l'infrastructure, a permis de renforcer les conclusions de l'analyse. Les gains réalisés annuellement devraient donc être à minima ceux présentés dans l'analyse des impacts tandis que certains choix futurs devraient permettre d'augmenter ces gains.

5.11.3 Climat

Méthodologie

La méthodologie adoptée pour l'évaluation de l'impact sur les émissions de gaz à effet de serre a été développée afin d'obtenir la meilleure vue d'ensemble possible. A cet effet, un travail important a été réalisé dans le cadre d'une étude préalable à l'étude d'impact afin d'élaborer l'outil de calcul CarbOptimum[®]. Cet outil permet de prendre en compte l'ensemble des postes d'émissions liés au projet que ce soit lors de la conception, de la construction ou du fonctionnement de l'infrastructure.

La méthode de calcul est classique et consiste à calculer les émissions de gaz à effet de serre sur base des données d'activité grâce à des facteurs d'émissions. Les facteurs d'émissions sont issus de différentes sources internationales. Certains facteurs d'émissions ont également été calculés ou adaptés pour correspondre le mieux possible à la situation réelle de l'Ile-de-France.

Limites de la méthodologie et difficultés rencontrées

Il y a deux principaux types de limites à la méthodologie proposée.

D'une part, les facteurs d'émissions comportent tous un certain taux d'incertitude. Les flux de gaz à effet de serre sont multiples et complexes. Lors de la construction, ils correspondent par exemple aux consommations énergétiques nécessaires aux chantiers mais aussi aux déplacements des ouvriers ainsi qu'aux consommations énergétiques nécessaires à la fabrication et au transport des matériaux. Leur définition est donc un exercice complexe qui mérite une attention particulière. C'est dans cette optique que l'outil CarbOptimum[®] a été développé. La comparaison de différentes sources internationales a permis de réduire le taux d'incertitude des facteurs d'émissions au maximum. Il reste néanmoins important de noter qu'un facteur d'émissions correspond plus à un ordre de grandeur qu'à une quantification exacte des flux de gaz à effet de serre.

D'autre part, le calcul des émissions est basé sur les données d'activité qui peuvent être plus ou moins précises. Le calculateur a été développé afin de pouvoir s'adapter aux différents niveaux de précision des données d'entrée et a donc permis de s'adapter aux données disponibles à ce stade de l'étude. De plus, le calculateur est un outil intégré qui permet de visualiser rapidement l'impact d'une variation des données d'entrée sur le résultat final. Ainsi, il a été possible de tester un grand nombre de possibilités afin d'identifier les paramètres les plus influents.

De manière générale, que ce soit dans la définition des facteurs d'émissions que dans le calcul des émissions, une approche conservatrice a été adoptée. Malgré cela, l'analyse des impacts a montré le potentiel important de l'infrastructure à réduire les émissions de gaz à effet de serre, particulièrement au niveau du développement territorial. Cette approche a donc permis d'identifier les véritables enjeux d'un tel projet vis-à-vis des émissions de gaz à effet de serre malgré les limites inhérentes à un bilan des émissions.

5.12 Bruit et Vibrations

5.12.1 Bruit

L'analyse des impacts sonores du projet a principalement été réalisée de manière qualitative, sur base des documents et plans fournis par le maître d'ouvrage, des outils de géolocalisation comme Google Earth, des études existantes relatives au bruit du métro et/ou des routes ainsi que des cartes de bruits réalisées en Région Ile de France et regroupées sur le site www.bruitparif.fr.

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

Selon la norme NF S31-132⁴², qui classe les méthodes par degré de pertinence et de précision, la méthodologie utilisée est de classe 1a ou 1b⁴³. Les résultats obtenus constituent donc une approche acceptable pour ce type d'étude stratégique. Ils permettent en effet d'avoir un premier indice quantifié du bruit routier, significatif de la gêne perçue par les riverains du réseau routier. 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.

Des évaluations quantitatives ont également été effectuées pour le bruit des puits de ventilation et pour le bruit du métro en insertion aérienne.

Il s'agit de résultats issus d'une modélisation 3D simplifiée réalisée grâce au logiciel Cadnaa, logiciel de calcul de propagation des ondes sonores dans l'environnement édité par DATAKUSTIK, sur base de la norme NMPB Fer pour ce qui concerne le bruit du métro et la norme ISO9613 pour le bruit des puits de ventilation. L'utilisation du logiciel Cadnaa permet d'obtenir des résultats très précis mais compte tenu du stade du projet et de l'ampleur du territoire, les modélisations acoustiques ont été simplifiées et ne tiennent pas compte de la topographie ni de la présence d'obstacles comme les bâtiments.

Les résultats obtenus constituent donc un ordre de grandeur permettant néanmoins d'avoir des premiers indices quantifiés du bruit des puits de ventilation comme du métro en aérien et d'ainsi d'en déduire les risques de gênes sonores grâce à leur localisation par rapport aux riverains.

Des modélisations plus complètes, intégrant la prise en compte de la topographie et l'impact du bâti, sont en cours pour les tronçons en aérien du métro. Ces modélisations permettront une meilleure prise en compte de l'impact sonore réel du métro en aérien sur l'environnement ainsi qu'une bonne analyse locale de l'impact du projet sur les nuisances sonores routières (précision recherchée de +/- 3 dB(A)).

⁴² 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

⁴³ 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

En ce qui concerne les bruits des puits de ventilation, les sites de maintenance ou les équipements des gares, des mesures initiales sont nécessaires pour définir les objectifs en termes de niveaux de bruits particuliers à respecter.

C'est pourquoi lors de l'étude d'impact spécifique à chaque ouvrage il sera impératif de prévoir des mesures acoustiques complémentaires au droit des riverains les plus proches pour déterminer les niveaux sonores maximum à atteindre pour les équipements techniques de chaque ouvrage. Ceci est également valable pour la phase chantier.

5.12.2 Vibrations

Dans cette partie, seules les vibrations sont abordées. Les ondes sonores, éventuellement couplées, sont traitées dans le chapitre précédent. Les ondes électromagnétiques ne sont pas prises en compte à ce stade de l'étude.

L'analyse présentée ici est purement qualitative et repose sur des constats de base, assez généraux. L'état d'avancement du projet ne permet pas pour l'instant une analyse plus précise. Les études de définition permettront de prendre en compte cette thématique essentielle compte tenu de l'ampleur du projet et du contexte urbain.

Une approche plus précise est effectuée au niveau de chaque tronçon. Elle repose cependant sur un niveau de définition peu élevé et sur des hypothèses remplaçant les données manquantes. Les calculs effectués sont donc des ordres de grandeur.

5.13 Santé

Les limites de la méthodologie d'évaluation des impacts sur la pollution atmosphérique et les nuisances sonores ont été développées dans les parties spécifiques à ces thématiques.

En ce qui concerne l'évaluation de l'impact sur les accidents de la route on notera comme limite principale la complexité du lien entre la quantité de trafic et le nombre d'accidents. Comme l'a montré l'analyse des statistiques d'accidents, les taux d'accidents et leur gravité dépendent notamment du type de route sur lesquelles les véhicules circulent.

Toutefois, l'amélioration des conditions de trafic induite par le projet permettra nécessairement une amélioration des conditions de stress des conducteurs. Elle permettra également la mise en place de dispositifs de sécurité supplémentaires permettant de réduire le nombre d'accidents. La mise en place de mesures d'accompagnement adéquates devrait donc conforter les résultats de l'analyse des impacts.

6 Bibliographie

- **Bishop, K. (1992)**, Assessing the Benefits of Community Forests: An Evaluation of the Recreational Use Benefits of Two Urban Fringe Woodlands, *Journal of Environmental Planning and Management* 35(1), pp.63-76.
- **Bowker, J.M. and D.D. Diychuck (1994)**, Estimating the Nonmarket Benefits of Agricultural Land Retention in Eastern Canada, *Agricultural and Resource Economic Review* 23, pp. 218-25.
- **Centre d'analyse stratégique (CAS) (2009)**, Rapport du sur la valeur tutélaire du carbone, A. Quinet
- **Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n° 2005-273** du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières
- **Commissariat Général du Plan (2001)**, Transports : choix des investissements et coût des nuisances, M. Boiteux
- **Credoc**, Asconit, Pareto, Biotope (2009) Application du MEA à la France.
- **Department for environment food and rural affairs (2004)**, Study into the environmental impacts of increasing the supply of housing in the UK, Appendix K
- **Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement Ile-de-France (2011)**. Observation de la consommation des espaces agricoles et naturels en Ile-de-France et en Essonne entre 2004 et 2007
- **Halleux J.M, Lambotte J.M. (2007)**, *Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau*
- **Hanley, N. and Spash, C. (1993)**, Lowland Heaths, Cost-benefit Analysis and the Environment. Hanley, N. and Spash, C. Edward Elgar. pp. 211-219.
- **Hanley, N. and Spash, C.L. (1993)**, The protection of ancient woodlands, Cost-benefit Analysis and the Environment. Nick Hanley, Clive L Spash, Edward Elgar. pp. 219-227.
- **IAURIF (2003-2008)**, Mode d'occupation du sol de la Région Ile-de-France
- **INSEE (2012)** site web : <http://www.insee.fr/>
- **Island Press**, Washington, DC.
- **Millennium Ecosystem Assessment**, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- **Millennium Ecosystem Assessment**, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.
- **Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, (2005)** Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, G. de Robien, 25 mars 2004 et mise à jour du 27 mai 2005
- **Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière (2011)**, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010
- **Service d'étude en géographie économique fondamentale et appliquée (SEGEFA) (2000)**. Les surcoûts des services publics collectifs liés à la périurbanisation : les réseaux d'infrastructures et les services de desserte
- **Sétra (2010)** Monétarisation des externalités environnementales
- **Willis, K.G., G.D. Garrod, and C.M. Saunders (1995)**, Benefits of Environmentally Sensitive Area Policy in England: A Contingent Valuation Assessment, *Journal of Environmental Management*, 44, pp. 105-125

7 Index des sigles utilisés

COS : Coefficient d'occupation du sol
IPP : Indice Pollution Population
MEC : Méthode d'évaluation contingente
MECT : Méthode d'évaluation par le coût de transport
MOS : Mode d'occupation du sol
VRD : Voiries et réseaux divers

8 Annexes

8.1 Annexe 1 : Correspondance entre les intitulés des postes du MOS (47 postes, 2008), de l'ECOMOS (2000) et la typologie utilisée pour l'étude des services écosystémiques (SE)

Source	Typologie des milieux (semi)naturels présents dans le fuseau d'étude selon le MOS 47 postes (2008) et l'Ecomos (2000)	Typologie retenue pour l'étude des SE (par sous-catégories)	Typologie retenue pour l'étude des SE (par catégories)
Ecomos	Feuillus sur sable	Espaces boisés	Milieux forestiers
Ecomos	Forêt mélangée mésophile	Espaces boisés	Milieux forestiers
MOS 47	Bois ou forêts	Espaces boisés	Milieux forestiers
Ecomos	Feuillus xéro à mésophile	Espaces boisés	Milieux forestiers
Ecomos	Prébois calcicole	Espaces boisés	Milieux forestiers
Ecomos	Forêt mélangée sur platière ou chaos gréseux	Espaces boisés	Milieux forestiers
MOS 47	Coupes ou clairières en forêts	Espaces boisés	Milieux forestiers
Ecomos	sol nu, décapé	Espaces boisés	Milieux forestiers
MOS 47	Peupleraies	Plantations	Milieux forestiers
Ecomos	Peupleraie	Plantations	Milieux forestiers
Ecomos	Résineux	Plantations	Milieux forestiers
Ecomos	Forêt marécageuse	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Feuillus humides	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Prairie humide	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Roselière	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Mégaphorbiaie	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Autre type de zone humide intérieure	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Mouillère	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Zone marécageuse avec saules	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Tourbière	Zones humides	Milieux aquatiques
MOS 47	Eau	Eau	Milieux aquatiques
Ecomos	Plan d'eau avec végétation aquatique	Plans d'eau	Milieux aquatiques
Ecomos	Plan d'eau permanent libre	Plans d'eau	Milieux aquatiques
Ecomos	Plan d'eau avec nénuphar	Plans d'eau	Milieux aquatiques
MOS 47	Surfaces en herbe à caractère agricole	Cultures	Milieux agricoles
MOS 47	Terres labourées	Cultures	Milieux agricoles
Ecomos	Culture à gibier + parcelle boisée	Cultures	Milieux agricoles
MOS 47	Cultures intensives sous serres	Cultures intensives	Milieux agricoles
MOS 47	Maraîchage, horticulture	Cultures spécialisées	Milieux agricoles
MOS 47	Jardins familiaux	Jardins familiaux	Milieux agricoles
Ecomos	Vergers non entretenus	Vergers	Milieux agricoles
Ecomos	Vergers en friche	Vergers	Milieux agricoles

Source	Typologie des milieux (semi)naturels présents dans le fuseau d'étude selon le MOS 47 postes (2008) et l'Ecomos (2000)	Typologie retenue pour l'étude des SE (par sous-catégories)	Typologie retenue pour l'étude des SE (par catégories)
MOS 47	Vergers, pépinières	Vergers	Milieux agricoles
MOS 47	Jardins de l'habitat	Jardins	Parcs et jardins
MOS 47	Parcs liés aux activités de loisirs	Parcs urbains	Parcs et jardins
Ecomos	Formations multistrates liées aux infrastructures ou installations	Parcs urbains	Parcs et jardins
MOS 47	Parcs ou jardins	Parcs urbains	Parcs et jardins
Ecomos	Végétation clairsemée	Friches	Milieux ouverts
Ecomos	Friche herbacée	Friches	Milieux ouverts
Ecomos	Friche sur ancienne terre agricole	Friches	Milieux ouverts
Ecomos	Pelouse en carrière	Prairies	Milieux ouverts
Ecomos	Affleurement rocheux ou sableux	Prairies	Milieux ouverts
Ecomos	Pelouse calcaire	Prairies	Milieux ouverts
Ecomos	Pelouse sur sable	Prairies	Milieux ouverts
MOS 47	Surfaces en herbe non agricoles	Prairies	Milieux ouverts
Ecomos	Prairie mésophile	Prairies	Milieux ouverts
MOS 47	Terrains vacants	Terrains vacants	Milieux ouverts
MOS 47	Vacant rural	Vacants ruraux	Milieux ouverts

8.2 Annexe 2 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi)naturels au sein des différents tronçons

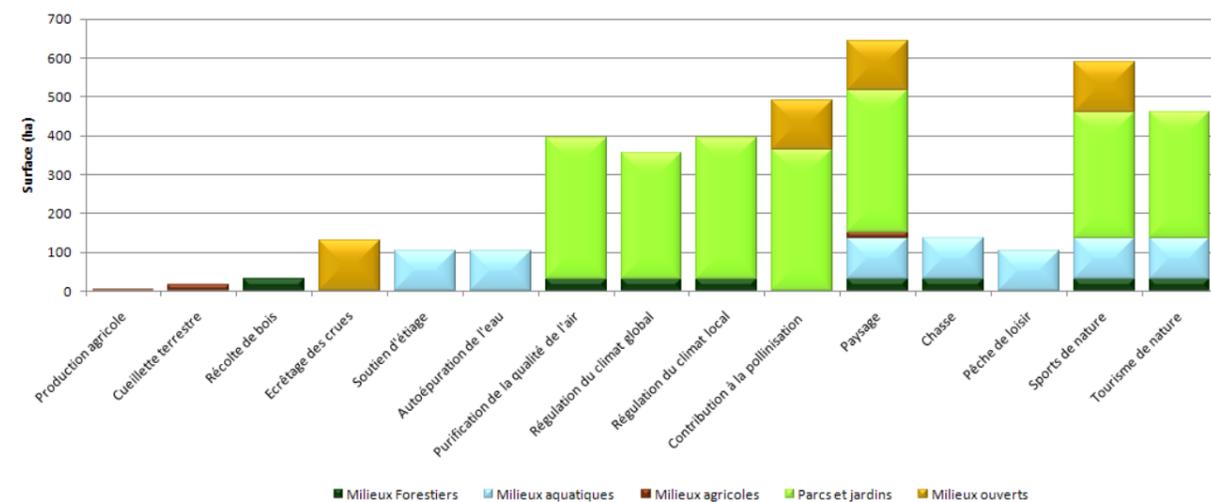


Figure 7.1.2-1 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels au sein du tronçon T0.

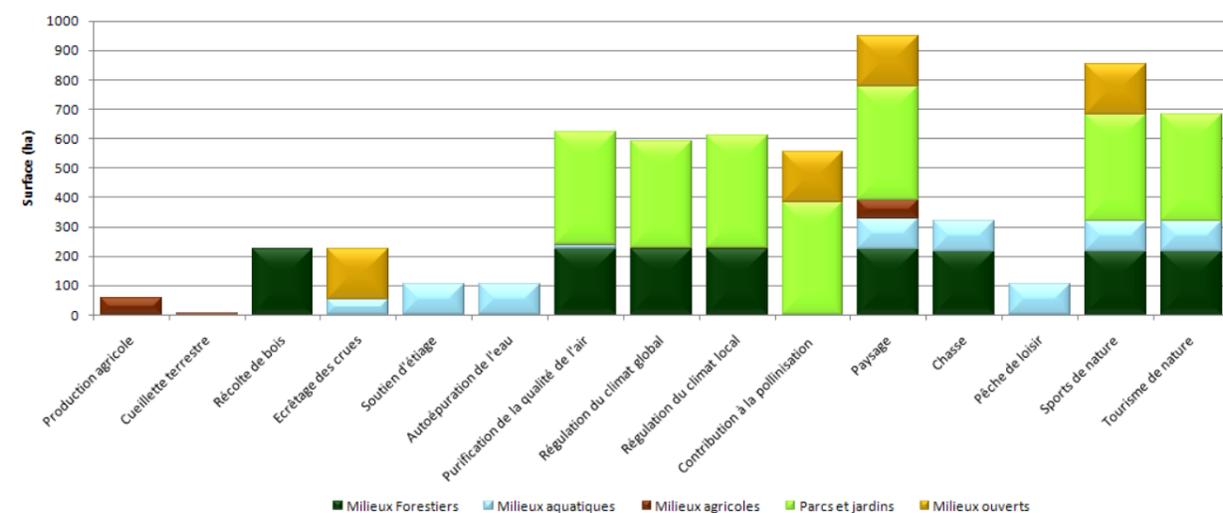


Figure 7.1.2-2 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels au sein du tronçon T1

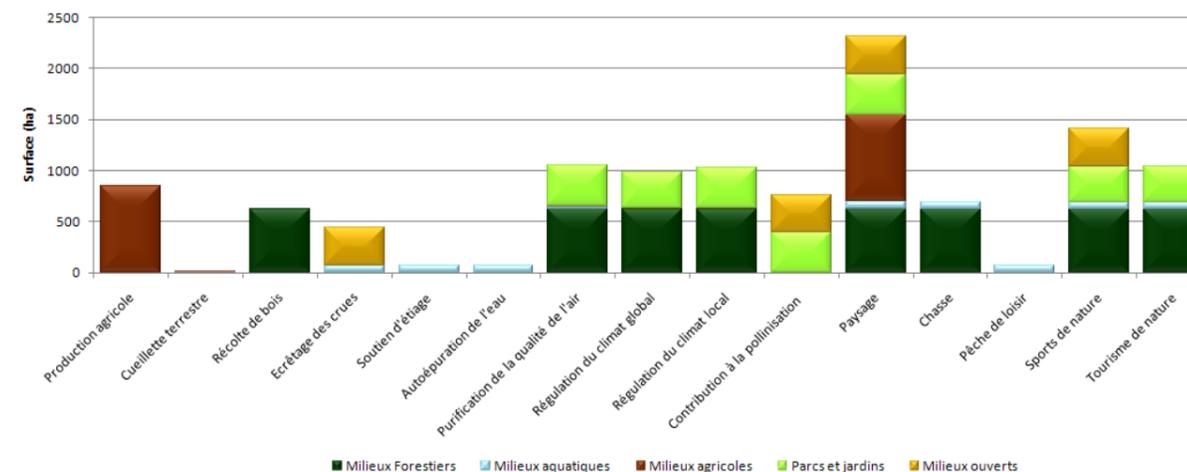


Figure 7.1.2-3 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels au sein du tronçon T2

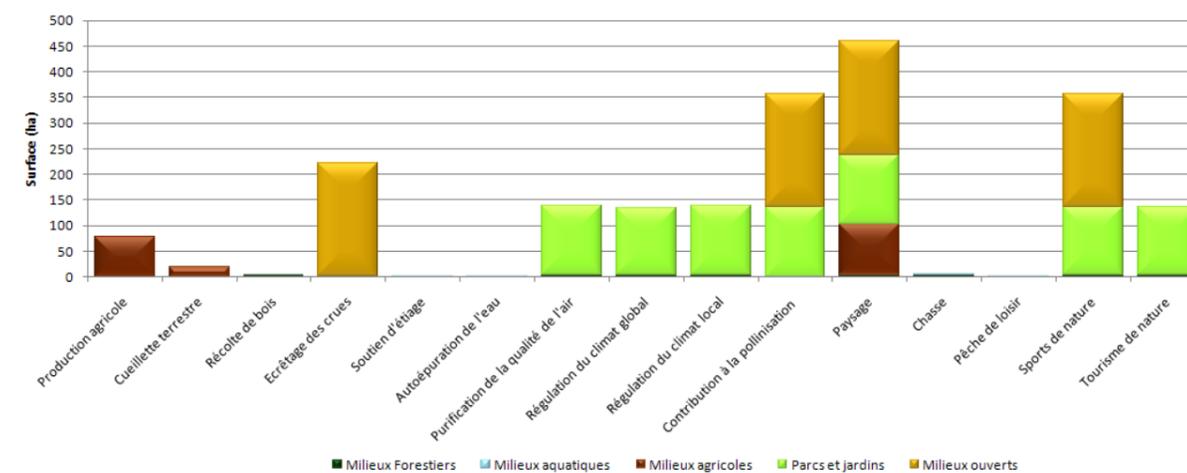


Figure 7.1.2-4 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels au sein du tronçon T3

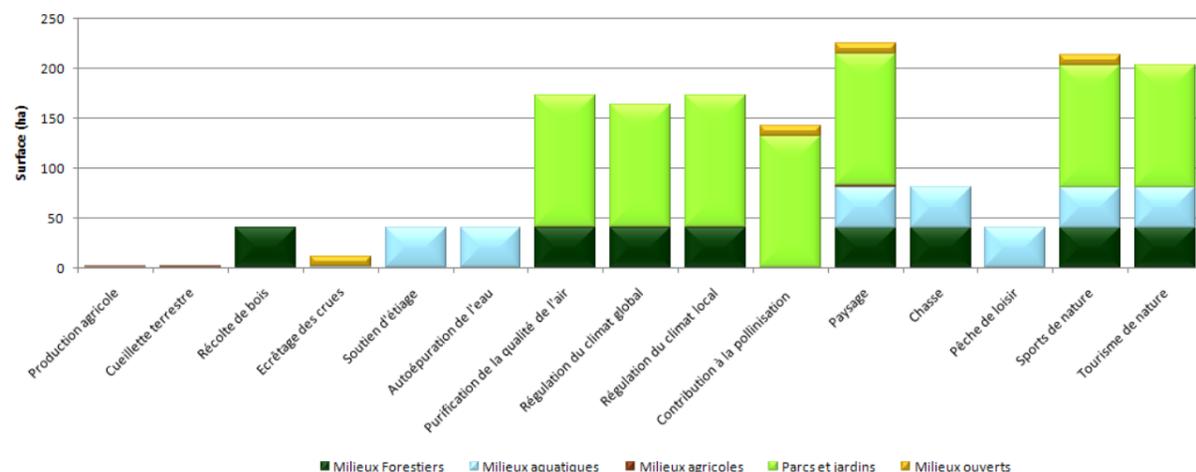


Figure 7.1.2-5 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels au sein du tronçon T4 (partie Pont de Sèvres – Nanterre La Boule)

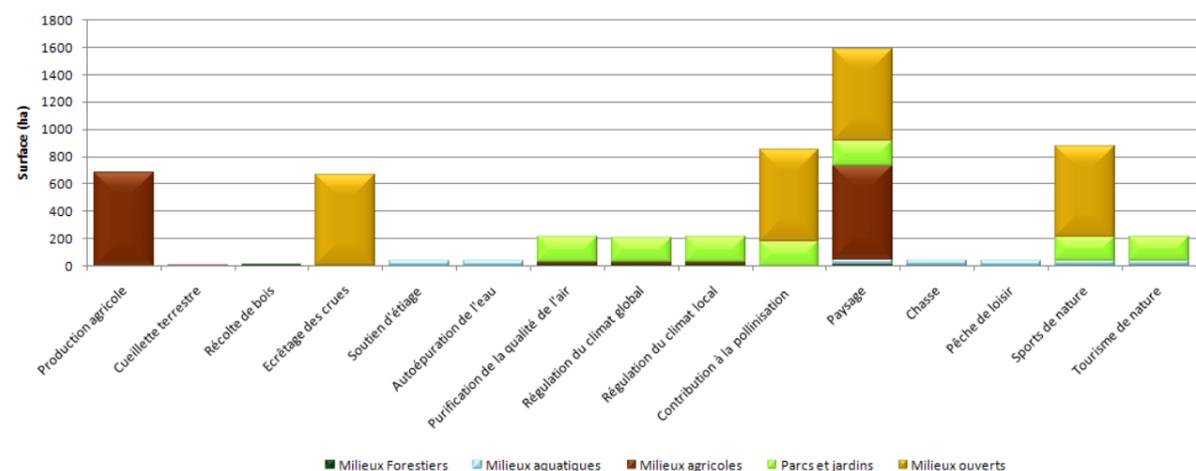


Figure 7.1.2-6 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels e au sein du tronçon T5

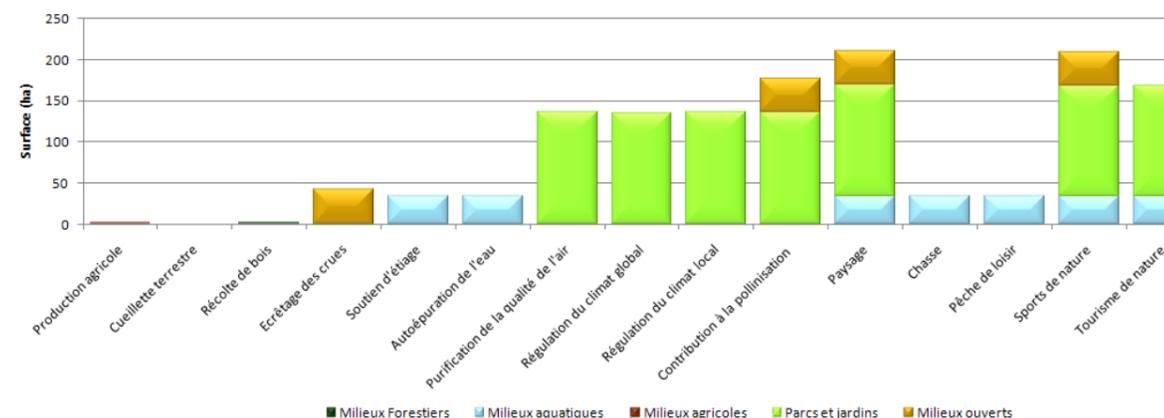


Figure 7.1.2-7 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels au sein du tronçon T4 (partie Nanterre La Boule – Les Grésillons)

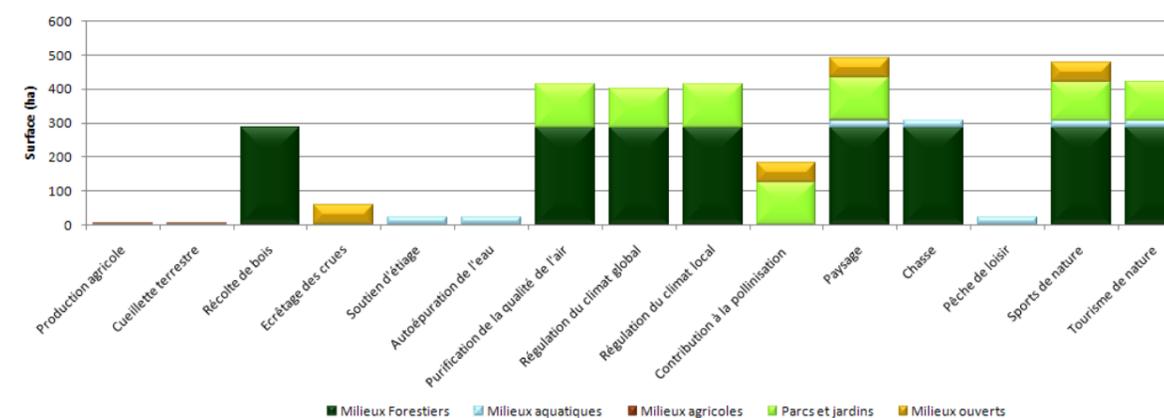


Figure 7.1.2-8 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels au sein de la ligne verte

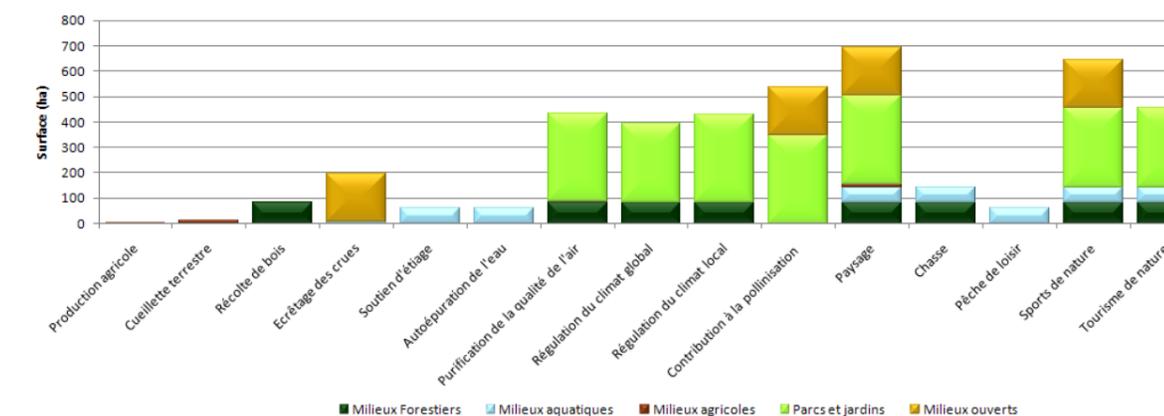


Figure 7.1.2-9 : Surfaces relatives aux services écosystémiques rendus par les milieux (semi) naturels au sein de la ligne orange



Société du Grand Paris
Immeuble « Le Cézanne »
30, avenue des Fruitiers
93200 Saint-Denis

www.societedugrandparis.fr