

I. Contexte

I.1 Projet de réseau primaire de transport d'intérêt national du Grand Paris

I.1.1 Politiques environnementales et contexte socio-économique

La France, via la signature de traités internationaux, comme le Protocole de Kyoto, l'adoption de conventions européennes (Stratégie de Göteborg, ...) et la définition d'engagements nationaux (Grenelle de l'environnement, Stratégie Nationale de Développement Durable...), s'est engagée à lutter contre le changement climatique et ses effets néfastes et à développer des systèmes de transport durables, répondant aux objectifs d'attractivité et de rayonnement de la région capitale, dans le souci d'une meilleure prise en compte des questions environnementales, des besoins socio-économiques et des attentes des usagers, en matière notamment de confort, de rapidité et de sécurité. En France, en 2004, la part du secteur des transports dans les émissions de gaz à effet de serre était d'un tiers soit environ 150 millions de tonnes équivalent CO₂¹. La moitié des émissions de CO₂ liées aux transports dans l'Union européenne sont produites par des véhicules particuliers².

En Ile-de-France, l'usage des transports en commun n'a cessé d'augmenter depuis 2000 : **+18 % de fréquentation pour le métro, +22 % pour le bus et le TCSP³ et +16 % pour le RER et le train**. Cette tendance va se maintenir dans les années à venir et, selon certaines estimations, près d'un million de déplacements quotidiens supplémentaires pourraient être enregistrés en 2020, en comparant par rapport à 2005⁴. Etant donné la saturation actuelle de certaines lignes de métro ou de RER aux heures de pointe, l'augmentation de la fréquentation ne conduira qu'à une saturation de plus en plus importante du réseau de transport en commun.

Par ailleurs, des zones à fort potentiel de développement se trouvent mal desservies par le réseau de transport en commun, obérant ainsi leurs perspectives d'évolution.

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

² http://europa.eu/legislation_summaries/other/l28049_fr.htm

³TCSP : Transport en Commun en Site Propre : un transport en commun qui emprunte une voie ou un espace qui lui est réservé ; sur tout ou partie de sa ligne.

⁴ <http://pdu.stif.info/Rendre-les-transports-collectifs.html>

C'est dans ce cadre que s'inscrit le projet de réseau de métro automatique du Grand Paris. Ce projet se veut aussi bien un moyen de désengorger les transports en commun de Paris et de sa banlieue qu'une alternative efficace à l'usage de la voiture particulière.

I.1.2 Présentation du projet

Le principe fondateur du projet du Grand Paris réside dans le développement de plusieurs pôles d'activités (Aéroport de Roissy, Aéroport d'Orly, Quartier de La Défense, cluster universitaire de Saclay, ...), qui seront reliés entre eux par près de 150 kilomètres de métro automatique, constitutifs du réseau primaire de transport du Grand Paris. Le tracé est également conçu pour être en correspondance avec les principales lignes de transport actuelles et ainsi favoriser les échanges de banlieue à banlieue, peu développés à l'heure actuelle.

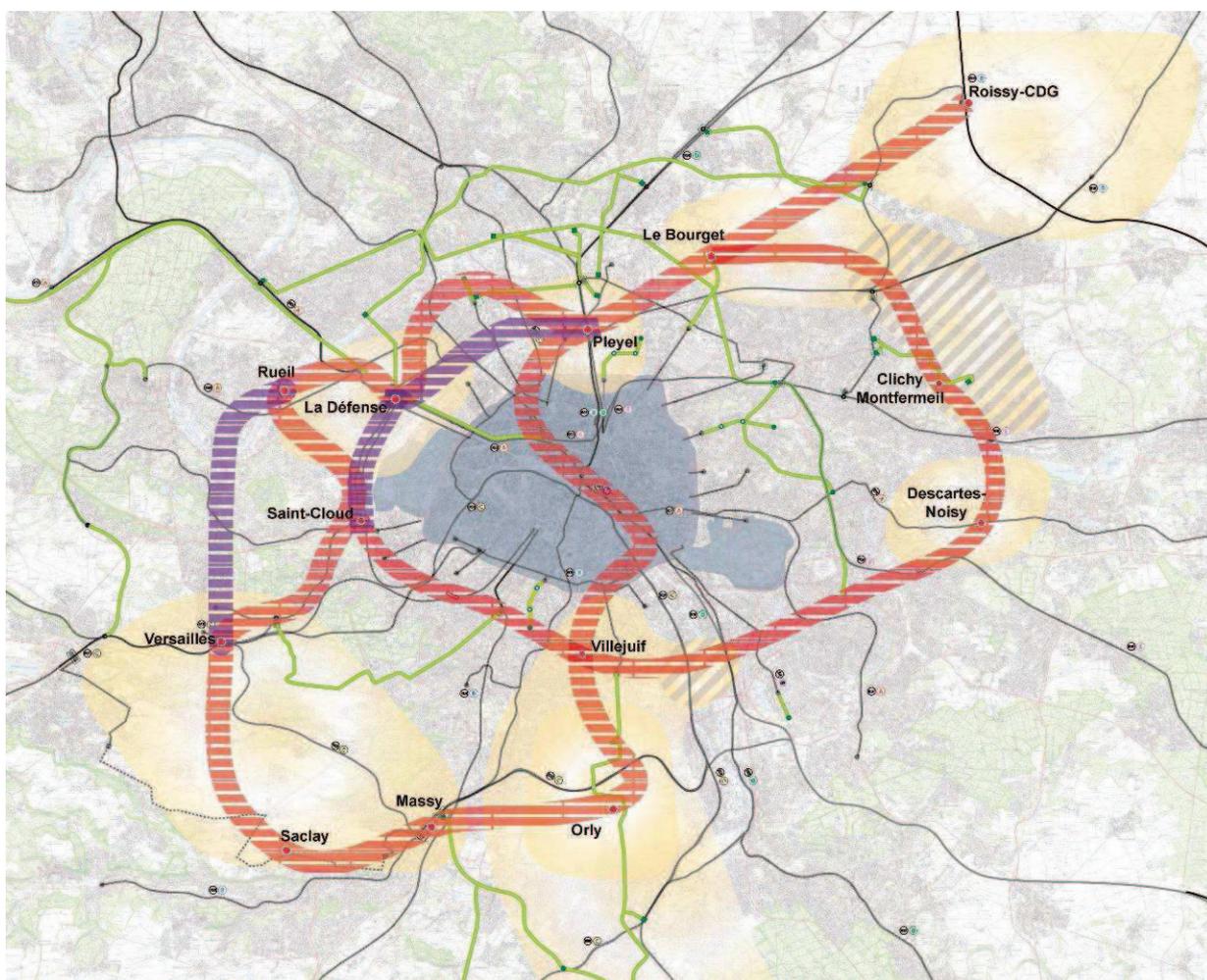


Figure I.1-1 : Schéma de principe du nouveau réseau primaire de transport du Grand Paris

En jaune : les pôles de développement économique ; En rouge et en violet : le tracé schématique du réseau primaire de transport du Grand Paris

L'ambition de ce projet est donc de faciliter les déplacements tout en améliorant les conditions environnementales en particulier liées à la réduction de l'émission des gaz à effet de serre.

Le projet de réseau de métro automatique du Grand Paris fait l'objet d'un projet de loi pour permettre l'accélération de délais de réalisation de cette infrastructure.

1.1.3 Liens avec les autres projets d'aménagement

Le projet de réseau de métro automatique du Grand Paris est en lien avec plusieurs projets, schémas ou plans au niveau de l'Île-de-France. Le futur schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris décrira l'articulation du réseau de métro automatique avec le réseau de transport public francilien complémentaire (lignes existantes et à créer).

Le principal projet d'aménagement avec lequel le projet de réseau de transport du réseau primaire du Grand Paris est en interaction est le projet de transport, dénommé « Arc express » et proposé par la Région Île-de-France dans le projet de Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDRIF).

L'« Arc Express » est un projet de liaison, en grande partie souterraine, exploitée en mode automatique. Plusieurs tronçons sont prévus :

- l'Arc sud-est entre Val de Fontenay/Noisy-le-Grand - Arcueil/Bourg-la-Reine RER B ;
- l'Arc sud-ouest entre Arcueil/Bourg-la-Reine RER B - Saint-Cloud - Rueil-Malmaison - La Défense ;
- l'Arc nord-ouest entre La Défense RER A - Saint-Denis ;
- l'Arc nord-est entre Saint-Denis - Val de Fontenay/Noisy-le-Grand.

Ces deux projets sont différents, mais certains de leurs objectifs sont convergents, à savoir :

- Favoriser les déplacements de banlieue à banlieue, assez complexes à l'heure actuelle,
- Améliorer l'accessibilité aux aéroports franciliens,
- Améliorer le maillage des transports en commun en Île-de-France
- Concurrencer de manière efficace l'usage de la voiture particulière.

Le plan de déplacements urbains d'Île-de-France (PDUIF) est un document de planification et de programmation qui définit les objectifs à atteindre et les actions à entreprendre pour organiser de façon durable les déplacements des Franciliens.

Le projet de réseau de métro automatique du Grand Paris partage plusieurs objectifs communs avec le PDUIF :

- Adapter l'offre de transports collectifs à la demande de déplacements, c'est-à-dire améliorer le système actuel, notamment pour résoudre la saturation et offrir de nouveaux services dans les territoires les moins bien desservis ou ceux qui vont se développer
- Les transports collectifs doivent davantage s'articuler les uns avec les autres, afin de former une chaîne de déplacements continue et fluide, et permettre ainsi une véritable intermodalité.
- Faire des Franciliens des acteurs responsables de leurs déplacements
- Rendre les transports collectifs plus attractifs
- Agir sur les conditions d'usage de l'automobile

I.2 Evaluation environnementale

I.2.1 Définition

Une évaluation environnementale est un outil d'intégration des considérations en matière d'environnement dans l'élaboration et l'adoption de certains plans et programmes susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement, et qui concernent notamment les secteurs des transports et de l'aménagement du territoire urbain et rural. Elle répond à la Directive européenne 2001/42/CE⁵, transposée en droit français par l'ordonnance 2004-489 du 3 juin 2004 et du décret 2005-608 du 27 mai 2005.

Conformément à l'article R 122-20 du code de l'environnement, le rapport de l'évaluation environnementale se compose comme suit⁶ :

- Une présentation résumée des objectifs du plan ou du document, de son contenu et, s'il y a lieu, de son articulation avec d'autres plans et documents visés à l'article R. 122-17 et les documents d'urbanisme avec lesquels il doit être compatible ou qu'il doit prendre en considération ;
- Une analyse de l'état initial de l'environnement et des perspectives de son évolution exposant, notamment, les caractéristiques des zones susceptibles d'être touchées de manière notable par le projet
- Une analyse exposant :
 - a) Les effets notables probables de la mise en œuvre du plan ou document sur l'environnement et notamment, s'il y a lieu, sur la santé humaine, la diversité biologique, la faune, la flore, les sols, les eaux, l'air, le bruit, le climat, le patrimoine culturel architectural et archéologique et les paysages ;
 - b) Les problèmes posés par la mise en œuvre du plan ou document sur la protection des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement telles que celles désignées conformément aux articles R. 414-3 à R. 414-7 ainsi qu'à l'article 2 du décret n° 2001-1031 du 8 novembre 2001 relatif à la procédure de désignation des sites Natura 2000 et modifiant le code rural ;
- Un exposé des motifs pour lesquels le projet a été retenu au regard des objectifs de protection de l'environnement établis au niveau international, communautaire ou national et les raisons qui justifient le choix opéré au regard des autres solutions envisagées ;

⁵ http://europa.eu/legislation_summaries/environment/general_provisions/l28036_fr.htm

⁶ <http://www.legifrance.gouv.fr/>

- Une présentation des mesures envisagées pour éviter, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du plan ou du document sur l'environnement et en assurer le suivi ;
- Un résumé non technique des informations prévues ci-dessus et la description de la manière dont l'évaluation a été effectuée.

L'objectif de l'évaluation stratégique environnementale du projet de métro automatique du Grand Paris est donc d'anticiper, le plus en amont possible, les questions environnementales liées à l'implantation d'un tel projet. Ce travail servira d'outil d'aide à la décision pour faciliter la prise en compte des composantes environnementales dans la réalisation du projet à plusieurs niveaux (émissions des gaz à effet de serre, déchets, prélèvement sur les ressources naturelles, fragmentation du territoire...).

1.2.2 Limites

De par sa position très en amont, les éléments fournis concernant le projet pour l'établissement de l'évaluation environnementale stratégique sont peu précis quant aux caractéristiques du futur métro automatique. Il n'est effectivement pas certain que la totalité du tracé soit en souterrain et la localisation des gares sera étudiée ultérieurement. Ces éléments apportent l'avantage de pouvoir faire évoluer le projet en fonction des conclusions. L'imprécision du projet présente cependant l'inconvénient d'une surévaluation des impacts, dans certains cas (prise en compte du scénario le plus impactant...).

I.3 Thématiques abordées et équipe de travail

I.3.1 Les fondements de l'évaluation

Réfléchir, très en amont, à l'impact qu'une telle infrastructure aura, à horizon 2035, sur le territoire, nécessite de s'intéresser à des domaines variés : mobilité, environnement, développement économique, ...

Afin de répondre aux exigences de la Directive 2001/42, et de recueillir l'ensemble des éléments nécessaires à la construction du scénario de référence, préalable à toute évaluation, différentes thématiques doivent être abordées :

- Air, énergie et facteurs climatiques;
- Acoustique ;
- Sol et eaux souterraines ;
- Eaux de surface ;
- Flore et Faune;
- Agriculture ;
- Paysage, Patrimoine architectural et archéologique ;
- Aspects socio-économiques ;
- Mobilité ;
- Aménagement du territoire.

I.3.2 Une équipe interdisciplinaire

La réalisation d'un état initial de l'environnement complet préalable nécessaire à une analyse dynamique d'un territoire socle d'une évaluation de qualité a nécessité la constitution d'une équipe interdisciplinaire reposant sur des expertises à la fois technique et prospective.

L'Atelier SERAJI, STRATEC, BIOTOPE et BURGEAP constituent ce groupement.

BIOTOPE a été créé en 1992 par une équipe de biologistes et de spécialistes de la communication. Avec plus de 100 experts dans les domaines de l'écologie, du paysage et de la communication, Biotope est le leader des sociétés de conseils et d'expertise dans les domaines de la faune, la flore et de l'environnement.

BIOTOPE compte aujourd'hui treize agences réparties en France métropolitaine, dont une à Paris, ce qui lui permet de rayonner sur le territoire de la Région Ile de France.

Depuis sa création, BIOTOPE travaille à travers la réalisation d'études préalables, d'études d'impact et d'incidence, à l'intégration de projets d'aménagement dans leur environnement. Nos quinze ans d'expérience en la matière nous permettent aujourd'hui de garantir à notre client la sécurité juridique des dossiers qu'il nous confie.

BURGEAP est un bureau d'études à haute valeur ajoutée technique dans tous les métiers de l'ingénierie de l'environnement avec 60 ans d'expérience. Le BURGEAP est une structure de forte exigence au service du développement

durable qui maîtrise 110 thématiques environnementales et est en mesure de trouver des solutions concrètes, opérationnelles et chiffrées à toutes les questions environnementales et de la maîtrise de l'énergie.

BURGEAP traite notamment des problématiques liées à la protection et à la gestion de la ressource en eau et plus globalement du patrimoine naturel et de la biodiversité, à l'environnement urbain (assainissement des eaux pluviales et usées, gestion des déchets ; nuisances sonores) et à l'environnement industriel (études d'impact environnemental, dépollution des sols, pollution atmosphérique et nuisances olfactives, management de l'environnement, études des risques sanitaires).

Le bureau STRATEC a été créé en 1984 par un groupe de consultants spécialisés issus de sociétés de conseil et de la recherche universitaire. Spécialisé dans la planification et l'ingénierie des transports, STRATEC est le spécialiste des questions de mobilité et thèmes associés. Il occupe une vingtaine d'experts de profils divers : ingénieurs civils, ingénieurs agronomes, architecte, géographe...

En appliquant de façon systématique les techniques de modélisation à l'étude des travaux de transport privés et publics, STRATEC identifie clairement les problèmes de trafic et évalue l'effet des actions à prévoir dans les plans de transport pour résoudre ces problèmes à l'échelle d'une région ou d'une ville. C'est ainsi qu'ont été élaborés les deux plans successifs de Déplacement de la Région de Bruxelles-Capitale et les plans de villes de Liège, Charleroi et Namur.

STRATEC a développé une expertise importante dans les domaines des prévisions de trafics multimodaux de marchandises et de trafics de personnes (LGV Bretagne-Pays de Loire, LGV Rhin-Rhône, LGV PACA, futur Canal Seine Nord Europe reliant le bassin de la Seine et le bassin de l'Escaut pour VNF...).

Dans ce contexte STRATEC développe des techniques de modélisation des flux, de programmation spatiale, et d'élaboration d'indicateurs. Il a ainsi contribué à l'élaboration des deux Plans régionaux de la Région de Bruxelles Capitale et du schéma directeur de l'espace régional wallon en construisant des scénarios tendanciel et volontariste à horizon lointain qui ont alimenté la réflexion stratégique sous-jacente aux plans. A cette occasion, il formule les politiques sectorielles relatives au logement, l'emploi, les activités logistiques, le transport de personnes et de marchandises tout en protégeant l'environnement.

L'atelier Seraji est un studio d'architecture et d'urbanisme basé en France et à l'international. Il a été fondé en 1990 par Nasrine Seraji, forte d'une expérience dans plusieurs grandes agences en Angleterre et aux Etats Unis. L'atelier regroupe aujourd'hui 15 architectes et autres professionnels engagés dans la réflexion sur la transformation de l'environnement : urbanisme, paysage, programmation, graphisme, gestion... lui permettant de proposer des équipes aux compétences complémentaires.

Leur conception de l'architecture et de l'urbanisme est à l'image de leur atelier : une plaque tournante de la pratique et de la recherche. Chaque projet est étudié en rapport étroit avec une analyse critique de ses conditions d'existence : son site, son programme, mais aussi son contexte socio-économique et culturel spécifiques.

En tant qu'équipe d'architectes-urbanistes, l'Atelier Seraji a dans cette étude un regard principalement orienté vers l'aménagement du territoire. Cette discipline, qui a pour objet de mettre en cohérence les enjeux d'un certain nombre de domaines plus spécifiques, qu'ils soient de l'ordre du visible ou de l'invisible, nous amène à avoir un rôle transversal, qui prend en considération les données de nos partenaires.

Le projet de Métro automatique a pour objectif de connecter les grands pôles de développement économique et de transport de la métropole francilienne (La Défense, Roissy, Plateau de Saclay, Orly-Rungis, ...). Mais en connectant ces grands pôles, la nouvelle infrastructure modifiera avant tout les conditions des territoires situés entre ces pôles : renforcement de leur accessibilité, repositionnement vis-à-vis des zones d'emplois et de services, modification de leur désirabilité... Il est donc indispensable de s'interroger sur les conséquences (positives ou négatives) que l'arrivée de cette infrastructure provoquera sur ces territoires.

Un double rôle au sein de l'équipe

D'une part, collecter un certain nombre de données sur le territoire. Cette collecte ne sera jamais exhaustive, mais constitue une sorte d'archive dynamique, qui se complètera au fur et à mesure de l'étude. L'organisation de ces données permet de définir un état initial et d'envisager le développement de la métropole parisienne à l'horizon 2035.

D'autre part, ouvrir le champ des possibles quant à la position du futur Métro automatique, lequel est, aujourd'hui, majoritairement envisagé en souterrain. Il ne s'agit en aucun cas de figer un tracé, mais de proposer des orientations sur la position de l'infrastructure, à la fois géographiquement, et altimétriquement. Ces potentialités en termes de positionnement apparaîtront après superposition et confrontation des enjeux liés à chaque thématique. La position altimétrique sera envisagée selon deux paramètres : les grandes difficultés, voire les impossibilités, à un passage en souterrain (nature du sol, topographie, ...) ou en aérien (type de tissu urbain, site naturel classé, ...); et les opportunités à un passage en aérien (mutualisation avec d'autres infrastructures, disponibilité foncière, ...).

Tableau I.3.1 : Equipe de travail

<i>Domaine d'intervention</i>	<i>Agents</i>
<i>BIOTOPE, mandataire, en charge des thématiques « milieux naturels, écologie du paysage, agriculture »</i>	
Directrice d'étude - coordination	Claire POINSOT
Chefs de projet adjoints	Céline BERNARD, Céline BRUN, Eric BELNOT
Cartographe, SIGiste	Céline MATHIEU, Jérémie CORNET, Frédéric MONY
Fauniste	Franck LETERME
Botaniste, phytosociologue	Antoine RAVARY
Paysagiste	Lise PIGNON
Contrôleur Qualité interne à Biotope	Eric BELNOT, Claire POINSOT
<i>STRATEC en charge des thématiques « Air, énergie, climat, bruit, mobilité et santé »</i>	
Directeur d'étude - coordination, ingénieur	Hugues DUCHATEAU
Chefs de projet adjoints, architecte-urbaniste	Luc MOREAU
Expert modélisation, ingénieur	Louis DUVIGNEAUD
Expert modélisation et cartographie junior, ingénieur	Jeoffrey HONORE
Cartographe, SIG, géographe	Sophie QUEECKERS
Contrôleur Qualité interne à STRATEC	Sylvie GAYDA
<i>ATELIER SERAJI, en charge des thématiques « Patrimoine architectural, paysager et archéologique et Aménagement du territoire »</i>	
Directeur d'étude - coordination	Nicolas FEVRIER
Chefs de projet adjoints	Jean-Rémi N'GUYEN, Hélène LATOUR
Cartographes	Ho Soon CHOI, Valérie HELMAN
<i>BURGEAP, en charge des thématiques « sols, eaux de surface et souterraines »</i>	
Directeur d'étude - coordination	Ahmed MORCHID
Chef de projet adjoint - Hydrologue, Hydraulicien	Hugues THOMAS
Cartographe, SIGiste	Marion MIGLIORETTI
Dessinateur projeteur	Jean BUSSIÈRE
Géologues, Hydrogéologues	Aurélié PAQUIER, Laurent PYOT
Contrôleurs Qualité interne à BURGEAP	Ahmed MORCHID, Pascale PICARD-LEJOLIVET

I.4 Méthodologie générale de travail

Carte I.4-1 : Fuseau d'étude fourni par le maître d'ouvrage

Carte I.4-2 : Communes concernées par le projet

I.4.1 Présentation des aires d'étude

Les différentes thématiques ont été abordées à trois niveaux différents :

- A l'échelle régionale de l'Île-de-France ;
- A l'échelle d'un périmètre d'étude, qui peut varier selon la thématique étudiée ;
- A l'échelle du fuseau d'étude, zone tampon, large de 3 km voire plus, qui prend en compte différentes variantes sur certaines portions.

Au sein du fuseau, des tronçons ont été définis afin de structurer l'état initial :

- Pour les thématiques « Eaux-sols-sous-sols » et « Aménagement du territoire », le découpage s'est opéré de grand pôle de développement à grand pôle de développement.
- Pour la thématique « Faune-Flore-Milieus naturels », le découpage s'est à la fois appuyé sur ces pôles, sur les unités écologiquement cohérentes et sur les principaux éléments fragmentant.

Afin de déterminer les enjeux pour les différentes thématiques abordées, un recensement des données existantes a été effectué auprès des services de l'Etat. C'est à partir de la récolte de ces informations que l'analyse des sensibilités du fuseau pour les différents thèmes abordés a été réalisée. A ce stade de l'étude et de la définition du projet aucun inventaire de terrain n'a été réalisé.

1.4.2 Articulation des thèmes et des échelles

L'échelle du périmètre d'étude est celle du **Grand Paris** (1/250 000^{ème}). Les études récentes sur le Grand Paris ont montré que l'aire d'influence métropolitaine cohérente s'étendait sur un rayon d'environ vingt kilomètres autour de Paris, ce qui correspond à peu de choses près aux limites de l'ancien département de l'Ile de France. Le fuseau d'étude du Métro automatique, qui se situe à environ dix kilomètres autour de Paris, place donc la future infrastructure au cœur de cette échelle du Grand Paris.

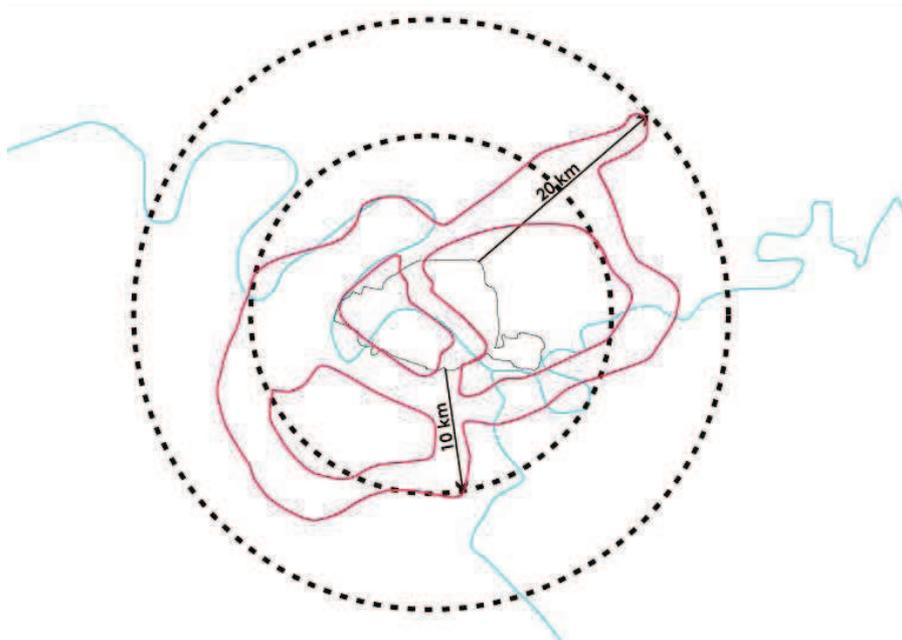


Figure I.4.2-1 Le fuseau au cœur du Grand Paris

La prise en compte des éléments d'urbanisme et d'aménagement du territoire ont nécessité la définition de **tronçon** allant de grand pôle à grand pôle (1/50 000^{ème}). Ce découpage nous a semblé cohérent, d'une part, avec le fait que ces grands pôles constituent aujourd'hui les éléments fixes, incontournables, du fuseau ; d'autre part, avec l'objectif de considérer attentivement ce qui se passe « entre » ces grands pôles. Ces tronçons sont :

- 1 : Roissy - Le Bourget/
- 2 : le Bourget - Pleyel/
- 3 : Pleyel - La Défense/
- 4a : La Défense - Versailles (par Rueil-Malmaison),
- 4b : La Défense - Versailles (par Saint-Cloud)/
- 5 : Versailles - Massy/
- 6 : Massy - Orly/
- 7 : Orly - Villejuif/
- 8 : Villejuif - Descartes/
- 9 : Descartes - Le Bourget/
- 10 : La Défense - Villejuif/
- 11 : Pleyel - Villejuif

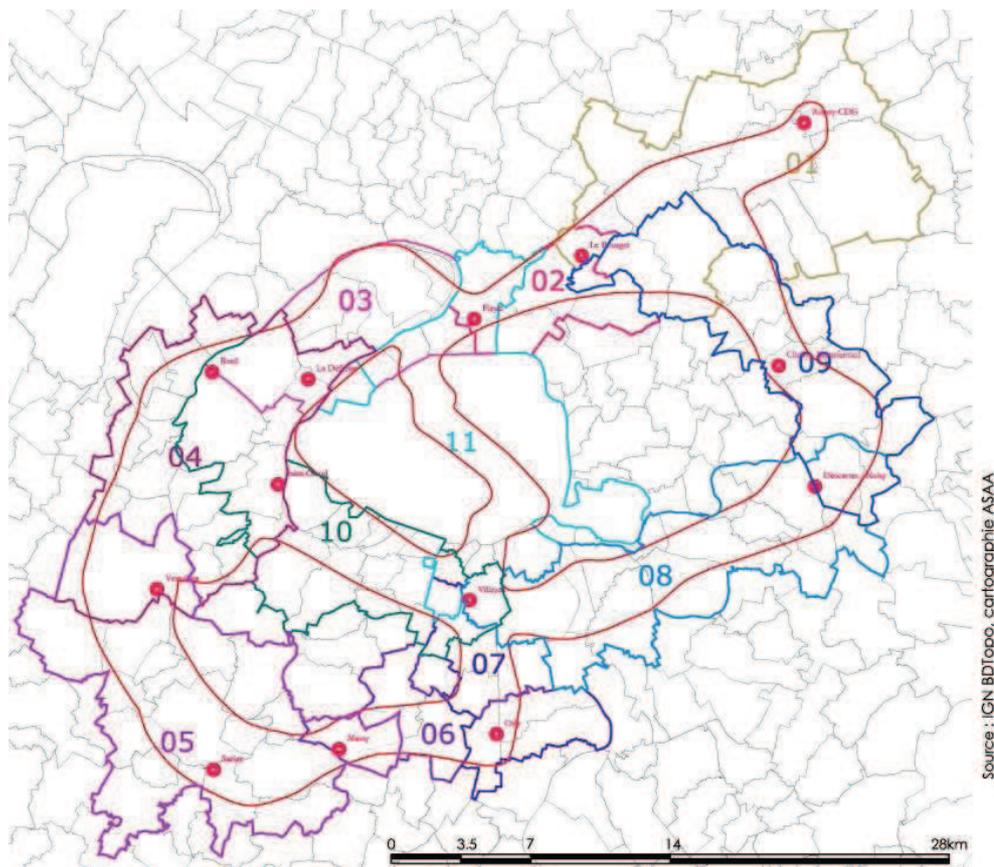


Figure I.4.2-2 : Des tronçons de pôle à pôle

Légende

- Tronçons
- Habillage**
- Préfecture
- Limites des départements
- Réseau autoroutier
- Hydrologie

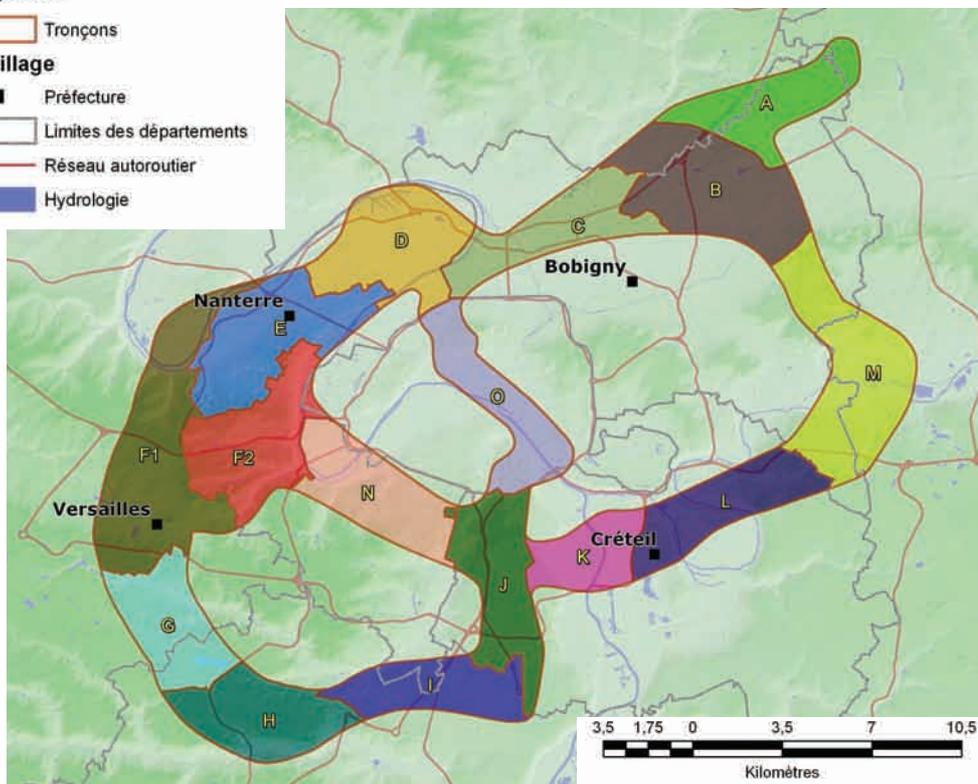


Figure I.4.2-3 : Présentation des tronçons utilisés pour l'évaluation environnementale du projet sur les milieux naturels

Attente, méthodologie vis-à-vis des enjeux

Le territoire francilien n'est pas homogène ; il est au contraire formé par une collection de situations particulières. Arriver à mettre en évidence ces situations particulières passe par une hiérarchisation des enjeux. Il est illusoire, voire contre-productif, de considérer de manière exhaustive, égale et uniforme les enjeux de chaque thématique sur l'ensemble du territoire du fuseau. Nous proposons, dans un premier temps, de regarder chaque thématique indépendamment, d'en faire émerger les territoires où les enjeux sont les plus forts, et d'en tirer les conséquences que cela pourrait avoir sur le positionnement de l'infrastructure. Dans un deuxième temps, il s'agit de croiser et de confronter l'ensemble des thématiques, donc de superposer tous ces territoires à enjeux. C'est à l'issue de cela qu'une carte de synthèse des enjeux semble possible, ainsi que des orientations sur la position du futur métro automatique.

A ce niveau de l'étude, nous sommes capables de faire, à l'échelle du Grand Paris, une synthèse des enjeux par thématique. L'étape suivante permettra de faire une synthèse à l'échelle du tronçon, échelle qui prend du sens à partir du moment où l'on croise les différentes thématiques.

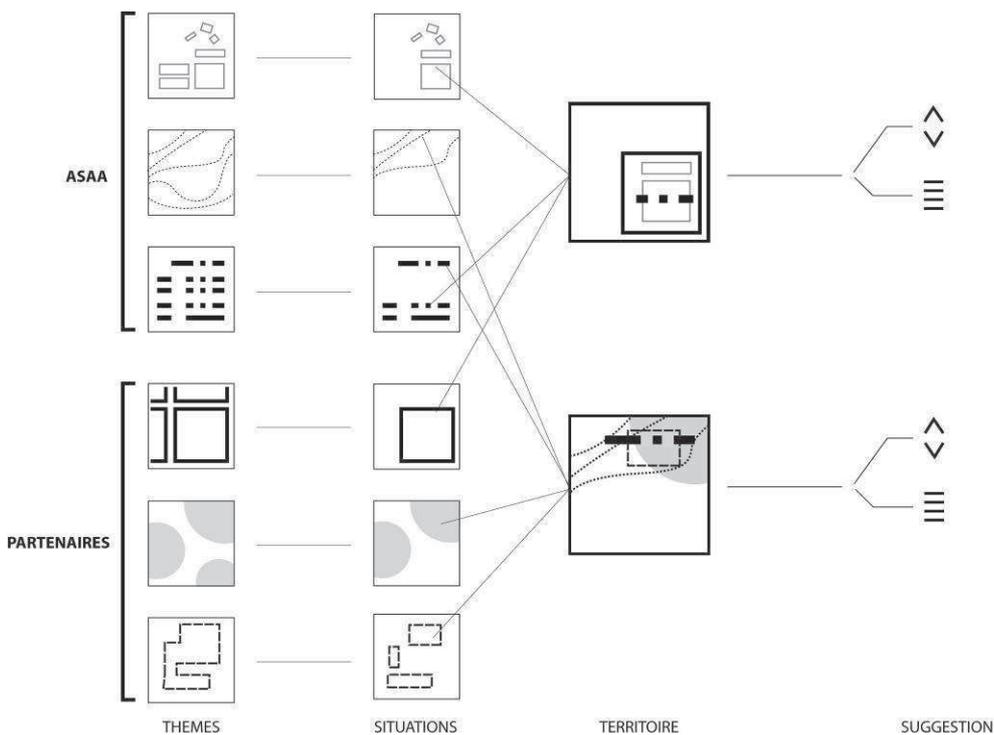


Figure I.4.2-4 : Diagramme présentant la méthodologie

I.4.3 Cartographie

L'ensemble des cartes a été produit sous MapInfo et Arcview, excepté pour les cartes réalisées par l'Atelier SERAJI qui travaille sous Autocad. Le système de coordonnées utilisé pour la cartographie est le Lambert 93.

1.4.4 Modélisations utilisées

Les impacts environnementaux d'une infrastructure telle que le réseau primaire de transport public du Grand Paris sont intimement liés à ses effets sur le trafic routier, qui produit des gaz à effet de serre, qui génère des gaz polluants et des nuisances sonores. L'approche méthodologique décrite ci-dessous est basée sur l'estimation de l'évolution attendue du trafic routier, en volume et en conditions de circulation, d'une part dans le cas d'une évolution tendancielle et, d'autre part, suite à la mise en œuvre du projet. C'est donc une modélisation des trafics qui fournira les indicateurs d'impact pertinents pour les domaines environnementaux en particulier l'air, le bruit et la santé.

La méthode utilisée pour évaluer les incidences du projet sur la mobilité, l'air, la consommation d'énergie, le bruit et la santé se base sur une chaîne de modèles qui fournissent des indicateurs d'impact pertinents dans chaque domaine d'incidence. Le modèle fournit 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.

En accord avec le maître d'ouvrage, les modèles de transport utilisés par la DREIF et la Mission de Préfiguration du Grand Paris (MPGP), placée auprès du Secrétariat d'Etat chargé du Développement de la région capitale, seront retenus pour effectuer les simulations de trafic, tant pour le transport en commun (TC) que pour la circulation automobile (VP).

Schéma de modélisation

Le processus de modélisation qui permet d'estimer les émissions de polluants est décrit et schématisé ci-dessous. Le calcul des concentrations n'entre pas dans le cadre de cette étude vu les délais nécessaires à ce type de modélisation (plusieurs mois).

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 initial, les données d'entrée permettant d'estimer les déplacements proviennent des modèles existants (données de population totale, de population active, du nombre d'emplois totaux et du nombre de places des étudiants).
- Pour la situation 2035⁷ de référence, les données de référence seront construites par projection des tendances actuelles et la prise en compte des impacts des projets d'aménagement prévus dans l'Ile-de-France, notamment dans le cadre du Grand Paris.

⁷ 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.

Le niveau de précision du découpage est de l'ordre de la commune. Dans le modèle de transport public, les zones font référence au découpage DREIF du territoire en 1289 unités internes à la région, auxquelles s'ajoutent 4 zones spécifiques (correspondant aux deux aéroports). 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.

Ensuite, il s'agit de modéliser les réseaux routiers et de transport public :

- Pour l'état initial, les réseaux sont ceux modélisés par la DREIF (2007 pour la route, octobre 2009 pour les transports publics lourds et 2002 pour les bus RATP).
- Pour la situation 2035, le réseau routier de référence sera déterminé lors de la phase II sur base des programmations validées par la DREIF et le réseau de transport public sera élaboré en collaboration entre la DREIF et la Mission de Préfiguration du Grand Paris.

Le modèle de **choix modal** permet, au départ de la demande totale de déplacements et des matrices des temps de parcours par mode, de calculer des matrices de déplacements par mode. Le calcul des matrices des temps de parcours et du choix modal pour l'état initial et les scénarios sera effectué en collaboration entre la DREIF et la Mission de préfiguration du Grand Paris. Le modèle produira les matrices de déplacements routiers et en transport public à l'heure de pointe du matin pour un Jour Ouvrable de Base (JOB).

Les matrices de demande sont ensuite **affectées sur les réseaux**. Le modèle fournit des statistiques indicatrices de la fréquentation : SIG des réseaux chargés avec des données de charge par mode, de flux par arc des réseaux, de vitesse, de distance.

L'étape suivante consiste à calculer les **émissions** de polluants du trafic routier. Les émissions sont calculées selon la norme et procédure COPERT4 par le groupement d'étude. Le modèle produit des résultats d'émission en tonnes/an/km² pour les gaz suivants : NO_x, PM10 et CO₂.

A partir des émissions de polluants de la route, il aurait été souhaitable d'estimer leur impact sur la **concentration** de polluants et l'exposition des populations. Le modèle d'Airparif permet le calcul des concentrations mais cela nécessite plusieurs mois de travail, ce qui ne rentre pas dans le cadre du planning de cette étude. Il a dès lors été décidé par le maître d'ouvrage que le calcul des concentrations dépassait le niveau de détail requis pour cette étude et que seules les émissions seraient calculées.

En conséquence, l'exposition de la population aux polluants sera évaluée à l'aide d'un indicateur alternatif de type « émissions par habitant » en croisant les données d'émission et de population par commune.

Concernant le **bruit**, la méthodologie proposée se base sur les données de flux à l'heure de pointe issues du modèle routier précité complétée par des hypothèses simplifiées relatives aux voiries (revêtement, front bâti, etc.). Cette méthode analytique s'appuie sur des formules simplifiées de prévision du bruit routier issues du CERTU. Elle permet d'avoir un indice précis sinon significatif de la gêne perçue par les riverains du réseau routier à l'échelle régionale.

L'unité de mesure utilisée comme indice de gêne est le L_{den} (indicateur pondéré de gêne sonore) pour un trafic journalier. Ces estimations permettent ensuite l'établissement d'un cadastre du bruit le long de la voirie.

La formule de calcul du L_{den} est présentée ci-dessous :

$$L_{den} = 10 * \log \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening+5}}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night+10}}{10}} \right)$$

avec

L_{day} : niveau acoustique équivalent sur la période de 6h à 18h (LA_{eq} (6h-18h)) ;

$L_{evening}$: niveau acoustique équivalent sur la période de 18h à 22h (LA_{eq} (18h-22h)) ;

L_{night} : niveau acoustique équivalent sur la période de 22h à 6h (LA_{eq} (22h-6h)).

La formule générale de calcul des émissions sonores durant une période dt en tissu ouvert est la suivante :

$$L_{eq} = 20 + 10\log(Q_{VL} + EQ_{PL}) + 20\log(v) - 12\log(d+L_c/3)$$

avec

Q_{VL} : débit représentatif des véhicules légers, en véhicules par heure

Q_{PL} : débit représentatif des véhicules lourds, en véhicules par heure

E : facteur d'équivalence acoustique entre véhicules légers et véhicules lourds

v : vitesse en kilomètre/heure

d : distance récepteur au bord de plateforme en mètre

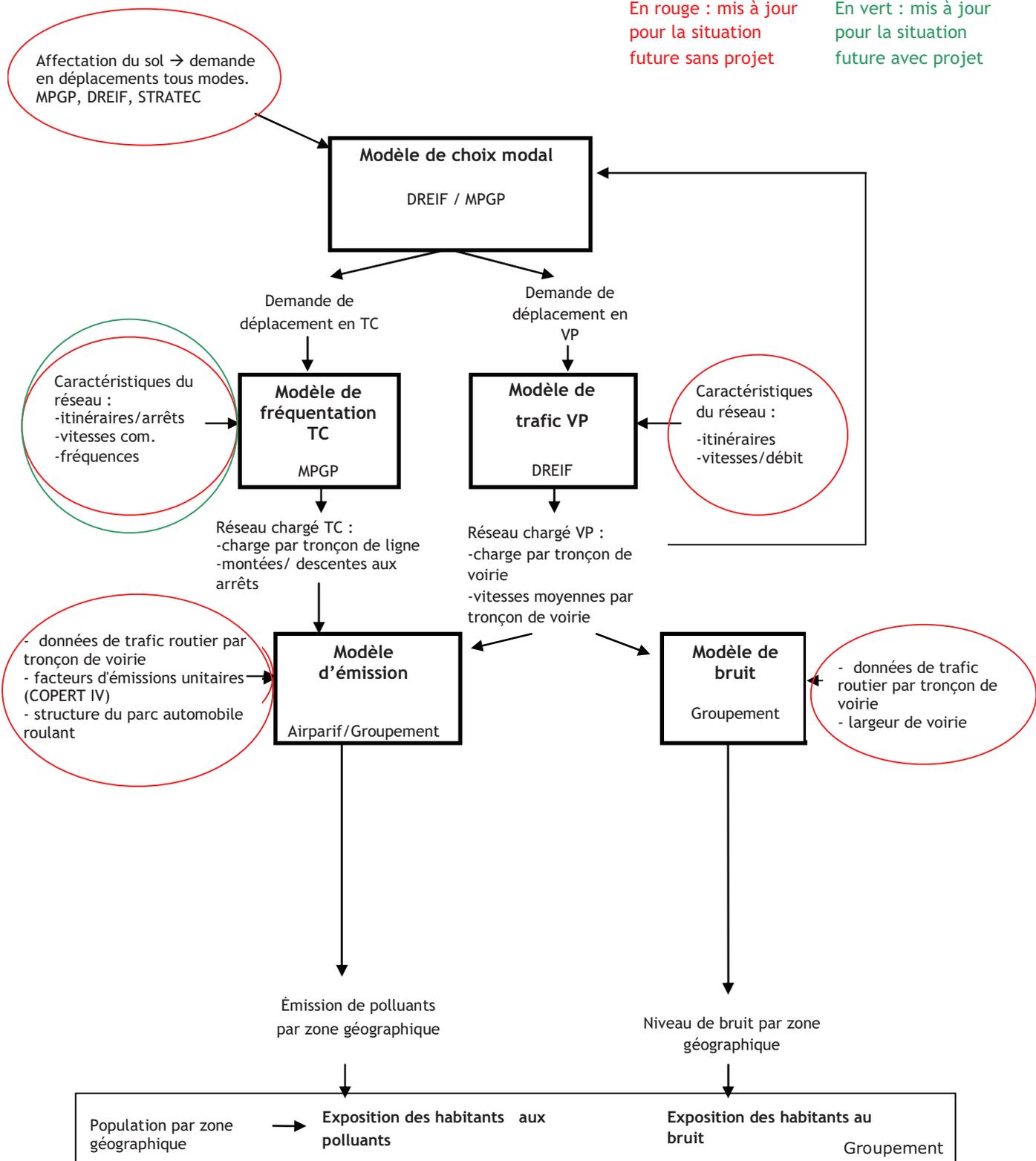
L_c : largeur de la chaussée en mètre

Concernant la **santé**, un indicateur d'exposition de la population à certains gaz sera calculé. Il s'agira pour la qualité de l'air de la population exposée par niveau d'émission par commune et pour le bruit de la population exposée par niveau de bruit. Il est clair que ces indicateurs ne sont pas des indicateurs d'exposition stricto sensu mais leur analyse permettra néanmoins de donner de précieuses informations sur les impacts du projet sur la santé (tout du moins en termes de tendance).

Chaîne de modélisation

En rouge : mis à jour pour la situation future sans projet

En vert : mis à jour pour la situation future avec projet



Données d'entrée et de sortie des modèles

★ *Construction des matrices de déplacement (DREIF, MPT, Groupement)*

Données d'entrée :

- Population par zone de trafic DREIF.
- Population active par zone de trafic DREIF.
- Population scolaire par zone de trafic DREIF.
- Emploi total par zone de trafic DREIF.
- Places étudiantes par zone de trafic DREIF.
- Localisation des activités de commerce, de loisirs et générateurs particuliers (aéroports, gares, centres de congrès, stades...).
- Taux d'émission.
- Facteurs de correction pour estimer les déplacements par motif domicile-achat, domicile-loisir, et non liés au domicile.
- Facteurs de corrections autres permettant de reconstituer les données observées lors de l'affectation sur le réseau (chaînes de déplacement, poids lourds, taxis, deux roues...).

Données de sortie :

- Matrice de déplacements tous modes par paire origine/destination (découpage en zone de trafic DREIF).

★ *Modèle de choix modal (DREIF, MPT, Groupement)*

Données d'entrée :

- Matrice de déplacements tous modes par paire origine/destination (découpage en zone de trafic DREIF).
- Matrice des temps de parcours (matin et soir) en transport public et en voiture (données de sortie des modèles d'affectations routières et en transport public).

Données de sortie :

- Matrices de déplacements à l'heure de pointe par mode de transport : transport public, route, modes doux.

★

★ *Modèle de trafic (DREIF)*

Données d'entrée

o la demande :

- une matrice de demande (1 heure de pointe) calée sur des données d'observation de 2003 exprimée en unité voiture particulière (UVP) et qui tient compte d'une hypothèse supposée homogène de 5% de poids lourds dans le trafic routier (1PL=2UVP) ;
- une matrice de demande en transport public (1 heure de pointe) calée sur des observations de 2005 ;
- les matrices des modes doux pour le calcul de parts modales.

- l'offre :
- un réseau de transport privé défini par des arcs (voiries) et nœuds (carrefours), des hypothèses de relation vitesses/débits pour chaque arc. L'année de référence du réseau est 2007 ;
- un réseau de transport public qui contient toutes les lignes (itinéraires, fréquences entre 8h et 9h) de l'année 2009 (2002 pour les bus RATP) ;
- les paramètres des algorithmes de calcul des itinéraires (il n'est pas prévu de les modifier).

Données de sortie :

- le réseau routier chargé. Pour la situation initiale, il s'agit du réseau 2007 chargé avec la demande 2003 (1h de pointe) en UVP (unité voiture particulière). A ce stade, il n'y pas de détail de répartition du parc selon le type de carburant utilisé, ni de normes d'émission, ni de typologie de véhicule (les camions représentent 5% de la demande et sont répartis de manière homogène sur le réseau) ;
- le réseau de transport public chargé. Pour la situation initiale, il s'agit du réseau de 2009 chargé avec la demande 2005 (1h de pointe).

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.

★ Modèle d'émission (Groupement)

Données d'entrée :

- les données de trafic routier par tronçon de voirie ;
- les facteurs d'émissions unitaires (COPERT IV) ;
- la structure du parc automobile roulant (catégorie, cylindrée, poids, classe technologique, etc.).

Données de sortie :

- les consommations par tronçon de voirie, type de véhicule ;
- les données d'émission par tronçon de voirie (et par type de véhicule, plage horaire) : NOx, PM10 et CO₂.

★ Modèle de Bruit (Groupement)

La méthode employée permet de calculer un indicateur de la gêne provoquée par le bruit (L_{den}).

Données d'entrée :

- les données de trafic routier par tronçon de voirie (par période de la journée : jour, soirée, nuit) ;
- largeur de la voirie.

Données de sortie :

- indice de gêne : L_{den} (niveau acoustique équivalent) par tronçon de

voirie.

★ Population exposée (Groupement)

Les modèles fournissent des informations soit par arc de réseau routier soit par zone (communes, zone de trafic...). Ces informations sont transférées dans un système d'informations géographiques et combinées avec des données de population pour produire des chiffres de population exposée.

Données d'entrée :

- population par commune, par zone de trafic ;
- émissions par arc de trafic (t/an) rapportées à la superficie de la commune (t/an/km²) ;
- bruit par commune (L_{den}, L_{night}).

Données de sortie (dans un SIG) :

- population exposée par niveau d'émission par commune ;
- population exposée par niveau de bruit par commune.