

SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS

# Evaluation stratégique environnementale du réseau de métro automatique du Grand Paris

Résumé non technique

---

Juillet 2010

collection des études

**STRATEC**

**BURGEAP**  
INGÉNIERIE DE L'ENVIRONNEMENT

**biotope**  
idée, flore & environnement

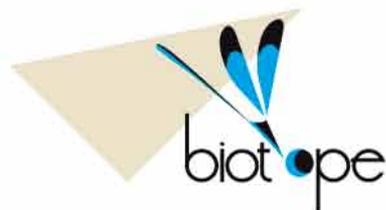
**ATELIER SERAJI**  
ARCHITECTES & ASSOCIÉS



# Evaluation stratégique environnementale du réseau de métro automatique du Grand Paris

Résumé non technique

Juillet 2010



Responsable Projet

Claire POINSOT

3/5 rue Lespagnol  
75 020 PARIS

0140 09 04 37  
cpoonsot@biotope.fr

# Sommaire

---

<b>I.</b>	<b>Contexte et objectifs</b>	<b>5</b>
<b>I.1</b>	<b>Contexte</b>	<b>5</b>
I.1.1	Texte fondateur	5
I.1.2	Les fondements de l'évaluation	5
<b>I.2</b>	<b>Méthodologie</b>	<b>6</b>
I.2.1	Une équipe interdisciplinaire	6
I.2.2	Présentation des aires d'étude	6
I.2.3	Modélisations utilisées	6
<b>I.3</b>	<b>Limites de l'exercice</b>	<b>7</b>
<b>II.</b>	<b>Présentation du projet</b>	<b>8</b>
<b>II.1</b>	<b>Objectifs</b>	<b>8</b>
<b>II.2</b>	<b>Caractéristiques du projet</b>	<b>8</b>
II.2.1	Scénario souterrain	8
II.2.2	Scénario terrestre	9
II.2.3	Scénario aérien (viaduc)	9
II.2.4	Ouvrages annexes	10
II.2.5	Vitesse commerciale et temps de parcours	10
II.2.6	Liens avec les autres projets d'aménagement	11
<b>II.3</b>	<b>Mobilité, accessibilité</b>	<b>14</b>
II.3.1	Un développement soutenu de la périphérie	14
II.3.2	Une demande en transport public en forte progression	15
II.3.3	Une offre de transport performante et adaptée aux besoins	16
II.3.4	L'enjeu de la densification autour des gares	17
<b>II.4</b>	<b>Air, énergie et climat</b>	<b>18</b>
II.4.1	Air	18
II.4.2	Energie	19
II.4.3	Climat	20
<b>II.5</b>	<b>Acoustique</b>	<b>22</b>
II.5.1	Volet bruit	22
<b>II.6</b>	<b>Biodiversité, agriculture, sol, sous-sol, et eaux</b>	<b>24</b>
<b>II.7</b>	<b>Paysage naturel</b>	<b>30</b>
II.7.1	Etat initial au niveau du périmètre d'étude	30
II.7.2	Types d'impacts potentiels du projet	31
II.7.3	Proposition de mesures	32
<b>II.8</b>	<b>Patrimoine culturel protégé</b>	<b>34</b>
<b>II.9</b>	<b>Archéologie</b>	<b>34</b>

<b>II.10</b>	<b>Aménagement du territoire</b>	<b>35</b>
<b>II.11</b>	<b>Effets indirects</b>	<b>37</b>
<b>III.</b>	<b><i>Synthèses et perspectives</i></b>	<b>38</b>
<b>III.1</b>	<b>Synthèse par tronçon</b>	<b>38</b>
III.1.1	Scénario souterrain	38
III.1.2	Scénario aérien/terrestre	41
<b>III.2</b>	<b>Conclusion</b>	<b>43</b>
<b>IV.</b>	<b><i>Annexe</i></b>	<b>44</b>
<b>IV.1</b>	<b>Données détaillées d'évolution de la population et de l'emploi entre 2005 et 2035 par macrozone</b>	<b>44</b>

# I. Contexte et objectifs

---

## I.1 Contexte

---

### I.1.1 Texte fondateur

La Directive européenne 2001/42/CE<sup>1</sup> prévoit l'évaluation environnementale de certains plans et programmes. L'objectif de ce texte est d'assurer un niveau élevé de protection de l'environnement, de contribuer à la prise en compte des enjeux environnementaux dans l'élaboration et l'adoption de ce projet et de promouvoir un développement durable.

Une évaluation environnementale est donc un outil servant à la prise en compte de l'environnement dans l'élaboration et l'adoption de certains projets, concernant notamment les secteurs des transports et de l'aménagement du territoire urbain et rural.

### I.1.2 Les fondements de l'évaluation

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

Afin de répondre aux exigences de la Directive, 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, Patrimoines architectural et archéologique ;
- Aspects socio-économiques ;
- Mobilité ;
- Aménagement du territoire ;
- Interactions avec les activités humaines.

---

<sup>1</sup> Directive transposée en droit français par l'ordonnance 2004-489 du 3 juin 2004 et le décret 2005-608 du 27 mai 2005 et consultable sur

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/general\\_provisions/l28036\\_fr.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/general_provisions/l28036_fr.htm)

## I.2 Méthodologie

---

### I.2.1 Une équipe interdisciplinaire

La réalisation d'un état initial de l'environnement complet préalable et de l'évaluation des impacts potentiels du projet a nécessité la constitution d'une équipe interdisciplinaire reposant sur des expertises à la fois technique et une vision prospective en aménagement du territoire.

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

### I.2.2 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, correspondant aux communes concernées par le fuseau d'étude ;
- A l'échelle du fuseau d'étude, transmis par le maître d'ouvrage, 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.

### I.2.3 Modélisations utilisées

Afin de mieux cerner les impacts environnementaux du projet, un travail de modélisation du trafic routier actuel et futur a été entrepris. Pour rappel, c'est le trafic routier qui est responsable d'une part importante d'émission de 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.

L'horizon d'évaluation des indicateurs a été déterminé comme suit : 2013, année de démarrage des travaux (pour mémoire, le chantier sera conduit de manière

continue et une dizaine de tunneliers devraient opérer en même temps), réalisation du réseau complet achevée en 2023 ; 2035 correspond donc à environ 10 ans après la mise en service.

## I.3 Limites de l'exercice

---

Evaluer les impacts potentiels d'un tel projet n'est pas chose facile. De par sa position très en amont dans la conception du projet, les éléments fournis pour l'établissement de l'évaluation environnementale stratégique sont encore à préciser quant aux caractéristiques du futur métro automatique et notamment par rapport au scénario choisi (en souterrain, en viaduc, voire en insertion au sol). L'avantage est de donner toute sa valeur à l'évaluation environnementale puisque le projet peut encore évoluer et s'enrichir des recommandations de cet exercice. L'inconvénient est que certains impacts sont surévalués par défaut (prise en compte du scénario le plus impactant...).

Si la Directive à la base de l'évaluation environnementale prévoit la comparaison des projets étudiés avec des solutions alternatives, l'exercice réalisé dans cette étude intègre les spécificités du projet de métro automatique qui a été de fait promulgué à travers la loi du 3 juin 2010. La loi relative au Grand Paris ne prévoit en effet pas d'alternatives ou de solution de substitution autre que la non-réalisation du projet lui-même. La présente évaluation vise donc à analyser les effets du projet de métro automatique sur l'environnement en opposition à sa non-réalisation, à préciser les variantes possibles au sein de l'aire d'étude et à proposer des scénarios dans sa réalisation. Elle a donc été conduite comme un véritable outil d'aide à la définition du projet du maître d'ouvrage.

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 collecte 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.

## II. Présentation du projet

---

### II.1 Objectifs

---

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 scientifique et technologique de Saclay, ...), qui seront reliés entre eux par un métro automatique à grande capacité. Ce métro sera 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.

L'ambition de ce projet est donc de faciliter les déplacements et, par là même de favoriser le développement des pôles, 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 a fait l'objet d'une loi pour permettre notamment l'accélération des délais de réalisation de cette infrastructure.

### II.2 Caractéristiques du projet

---

A ce stade du projet, la localisation des gares, des ouvrages annexes ou le mode de passage (en souterrain, en viaduc ou en insertion au sol) n'ont pas été arrêtés, d'une part, pour pleinement prendre en compte les résultats de la présente évaluation et, d'autre part, pour laisser toute sa place au débat public en y présentant, en toute transparence, les éléments des choix proposés par le maître d'ouvrage.

#### II.2.1 Scénario souterrain

##### **Ligne**

---

L'hypothèse de base est une réalisation au tunnelier. Le tunnel aura un diamètre compris entre 7 et 8 m. Pour des raisons techniques, sa profondeur doit être au minimum de **9-10 m** entre la surface et le haut du tunnel.

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

##### **Stations**

---

Deux méthodes existent pour construire les stations : la construction à ciel ouvert ou en sous-œuvre.

### ★ *Réalisation à ciel ouvert*

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

### ★ *Réalisation en sous-œuvre*

Lorsque le contexte ne le permet pas, une réalisation en sous-œuvre peut être envisagée. La station comporte alors trois volumes principaux : le corps de station réalisé en souterrain, un accès principal réalisé à ciel ouvert et servant d'accès de service pour la réalisation de la station, un accès secondaire également réalisé à ciel ouvert.

Les caractéristiques générales des stations sont les suivantes :

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

## II.2.2 Scénario terrestre

### Ligne

---

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

### Stations

---

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

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

## II.2.3 Scénario aérien (viaduc)

### Ligne

---

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

### Stations

---

L'emprise au sol de la station est d'environ **20 m**, avec une salle des billets implantée sous le viaduc (espace fermé).

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

D'autres configurations d'insertion peuvent être imaginées, par exemple en déportant la ou les salle(s) des billets en pied d'immeuble le long de la voirie et en créant des passerelles reliant ces immeubles aux quais de la station.

## II.2.4 Ouvrages annexes

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

## II.2.5 Vitesse commerciale et temps de parcours

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

- Le **nombre de stations** sur le réseau (hors ligne 14 existante) sera de l'ordre de **40**, ce qui permet globalement d'envisager une **vitesse commerciale d'au moins 60 km/h** sur l'ensemble du réseau du Grand Paris. La vitesse ne sera pas uniforme sur l'ensemble du tracé et devrait pouvoir dépasser les 80 km/h sur certaines portions, compte tenu de la vitesse de pointe envisageable sur le matériel roulant (au moins 100 km/h) ;
- les objectifs de temps de parcours entre les liaisons structurantes sont les suivants :
  - Roissy CDG - La Défense en 30 minutes maximum,
  - Roissy CDG - Saint-Lazare en 30 minutes maximum,
  - Orly - Gare de Lyon en 20 minutes,
  - Saclay - La Défense en 30 minutes maximum ;
- les **pôles de développement prioritaires** du Grand Paris seront desservis.

## II.2.6 Liens avec les autres projets d'aménagement

A tous les niveaux de décision, il est admis que le développement des offres de transport alternatives à la voiture est une priorité pour s'engager sur la voie du développement durable. Le développement et l'amélioration de l'offre en Ile-de-France est d'ailleurs un objectif régional affiché.

Les grands projets de l'Ile de France en termes d'infrastructure transport sont inscrits dans le CPER 2007-2013. Les principaux projets sont illustrés sur la carte ci-dessous<sup>2</sup>.

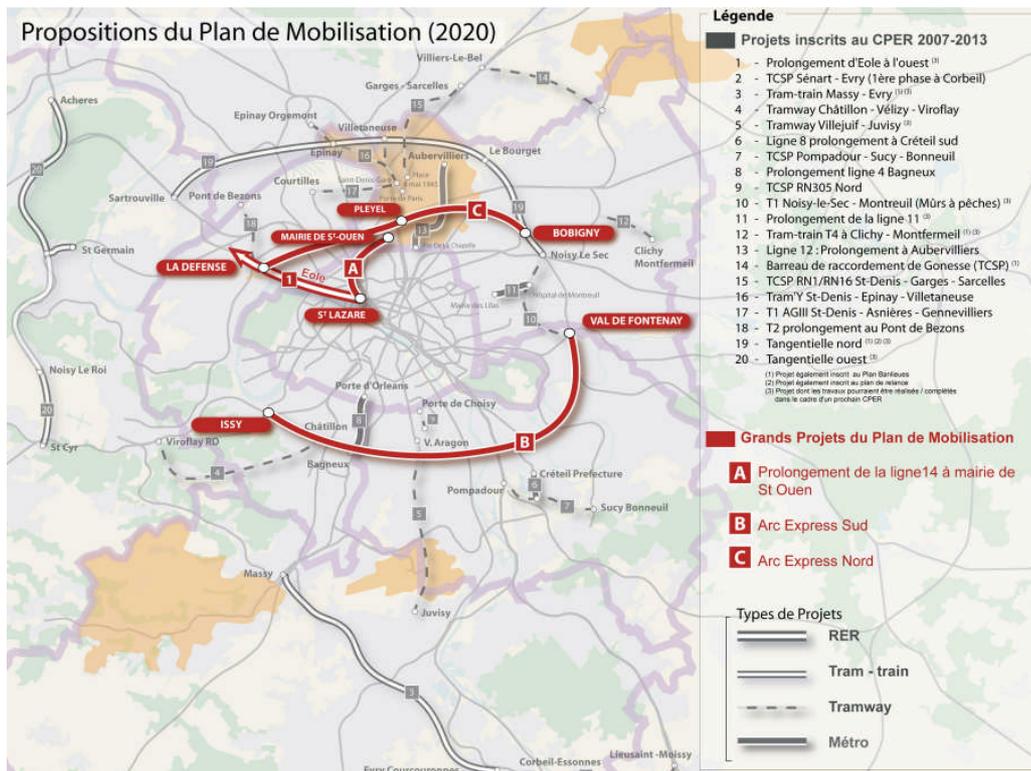


Figure II.2.6 : Proposition du Plan de Mobilisation (2020). Source : Financement du Projet de Transport, 30 septembre 2009, Gilles Carrez, Député

Les projets prévus dans ce plan sont :

- la modernisation du réseau RER : schémas directeurs des lignes C et D ;
- les opérations du CPER 2 2007-2013 et du Plan Espoir Banlieues (extension de lignes, tramways);
- de nouveaux projets :
  - prolongement d'Eole à l'ouest,
  - prolongement de la ligne 14 à mairie de Saint-Ouen, intégré dans le projet de métro automatique du Grand Paris,
  - réalisation des sections Sud et Nord de l'Arc Express, projet de liaison, en grande partie souterraine, exploitée en mode automatique,

<sup>2</sup> Source : Financement du Projet de Transport, 30 septembre 2009, Gilles Carrez, Député

- proposé par la Région Île-de-France (SDRIF),
- Création de réseaux de tangentiels (Tangentielle Légère Nord, Tangentielle Ouest, Tangentielle Sud).
- mise au point d'un volet matériel roulant (rénovation-acquisition) et du programme de mise en accessibilité du réseau pour les personnes à mobilité réduite<sup>3</sup>.

Le projet de métro automatique vient renforcer et structurer les projets précités et est pensé pour être complémentaire des projets prévus dans le CPER avec l'objectif d'effets démultiplicateurs.

Au niveau des tracés, le fuseau d'étude est proche des arcs Sud, Nord et Ouest du projet Arc Express, dont 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 ont par ailleurs des objectifs convergents quant à l'amélioration des déplacements dans la région Ile-de-France, notamment de banlieue à banlieue. Le réseau du Grand Paris complète ces objectifs par la desserte et la structuration des territoires de l'Est de la Seine-Saint-Denis, ainsi que des objectifs répondant à sa dimension d'intérêt national (desserte des aéroports et des pôles de développement économiques de la région capitale, liaison directe avec la ville centre).

Le plan de déplacements urbains d'Ile-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,
- Articuler davantage les transports collectifs 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.

---

<sup>3</sup> Source : Financement du Projet de Transport, 30 septembre 2009, Gilles Carrez, Député

# Résumé par thématique

## II.3 Mobilité, accessibilité

### II.3.1 Un développement soutenu de la périphérie

Le projet d'aménagement urbain et de développement économique de la Région Capitale repose sur des objectifs forts d'accroissement du nombre d'habitants et d'emplois, dans une perspective de croissance économique soutenue. La carte ci-dessous illustre le développement projeté d'ici 2035 dans le cœur d'agglomération (+ 1,8 millions d'habitants et + 1,2 millions d'emplois).

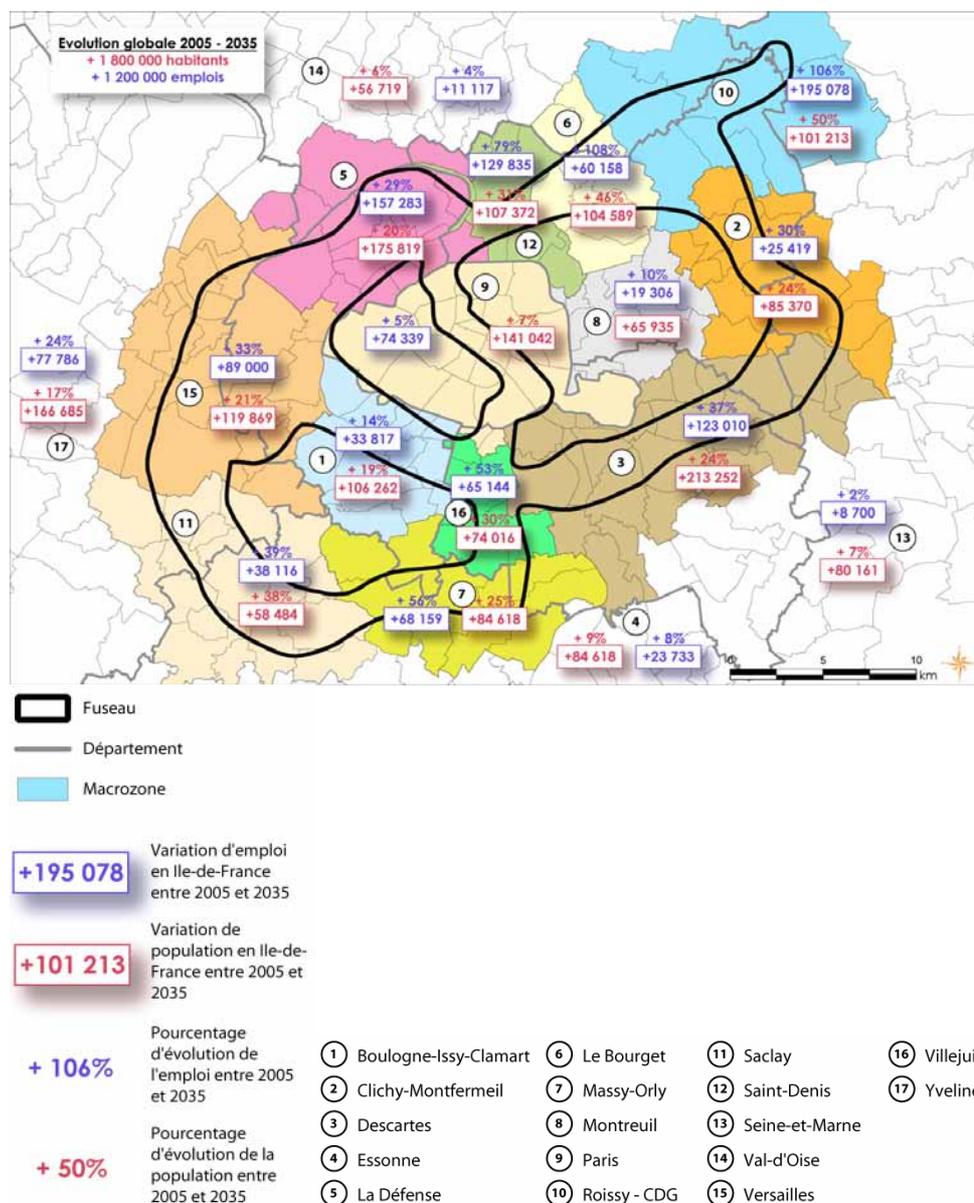


Figure III.3.1-1 : Evolution de l'emploi et de la population en Île-de-France entre 2005 et 2035 (Source : données INSEE 2005, projections 2035 de la Société du Grand Paris, données détaillées par macrozone en annexe)

Cette hypothèse de croissance résulte d'une volonté politique qui sera rendue possible par le développement des territoires de projet selon le principe des clusters. Ces clusters ne se développeront que s'ils sont aisément accessibles de tout point (d'Ile-de-France, de France et du monde), liant ainsi de manière forte l'infrastructure de transport et les territoires qu'elle permettra d'irriguer.

La densification de l'habitat et des activités qui en résultera permettra une économie d'espace urbanisé au profit du milieu naturel. Cette économie d'espace urbanisé, évaluée dans cette étude à 13 000 hectares<sup>4</sup>, a un impact positif sur les coûts d'équipement des lotissements et sur la qualité de vie des habitants puisqu'elle donne accès à davantage d'espaces verts.

### II.3.2 Une demande en transport public en forte progression

Sur base de cette hypothèse, la demande de transport public va augmenter fortement surtout sur les relations de périphérie à périphérie. Un transport efficace tel que le métro automatique permettra d'absorber cette demande et d'attirer de nouveaux voyageurs du mode routier (+18 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin). La fréquentation prévisionnelle du réseau de métro automatique sera de l'ordre de 260 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin (Source : données Société du Grand Paris).

L'impact du projet sur la circulation automobile n'est pas négligeable : on observe une diminution de 1,3 % de la fréquentation à l'échelle de l'Ile-de-France, tendance qui apparaît plus nettement sur les axes de transit de rocade et de pénétration mais qui est également diffuse sur l'ensemble de la zone de projet. Le nombre d'axes congestionnés est réduit de 57 kilomètres (-2,1 %).

Le potentiel de report modal vers les transports publics restera élevé même après la mise en œuvre du projet puisque des territoires comme Saclay, Versailles et Massy présentent (en situation de projet) une part modale de plus de 15 points inférieure à celle de La Défense ou Saint-Denis où la route et les transports en commun se partagent à peu près le même nombre de voyageurs. Une part modale équivalente à celle de Saint-Denis sur l'ensemble de la périphérie correspondrait à une augmentation de la demande en transport public de + 25% et une baisse de la fréquentation automobile proportionnelle. Il est donc essentiel d'accompagner le déploiement du métro automatique par des mesures en faveur du report modal et d'intervenir pour maîtriser l'aménagement, notamment autour des gares.

---

<sup>4</sup> Source utilisée pour l'estimation : « Study into the Environmental Impacts of Increasing the Supply of Housing in the UK », Avril 2004, DEFRA

### II.3.3 Une offre de transport performante et adaptée aux besoins

En moyenne, le métro automatique fera gagner 8 minutes à chaque utilisateur (le trajet moyen actuel en Ile-de-France est de 24 minutes<sup>5</sup>). Sur les longs déplacements de périphérie à périphérie, les gains seront même souvent supérieurs à 30 minutes, ce qui est considérable (hypothèse de vitesse commerciale d'au moins 60 km/h et 40 gares). Ces gains apparaissent très nettement pour des territoires comme Clichy-Montfermeil (voir carte des gains de temps ci-dessous) et Saclay dont le désenclavement progressif est nécessaire pour atteindre une totale intégration au sein de la métropole afin d'avoir pleinement accès aux pôles d'emplois et donc de se développer au même rythme que le reste de l'agglomération.

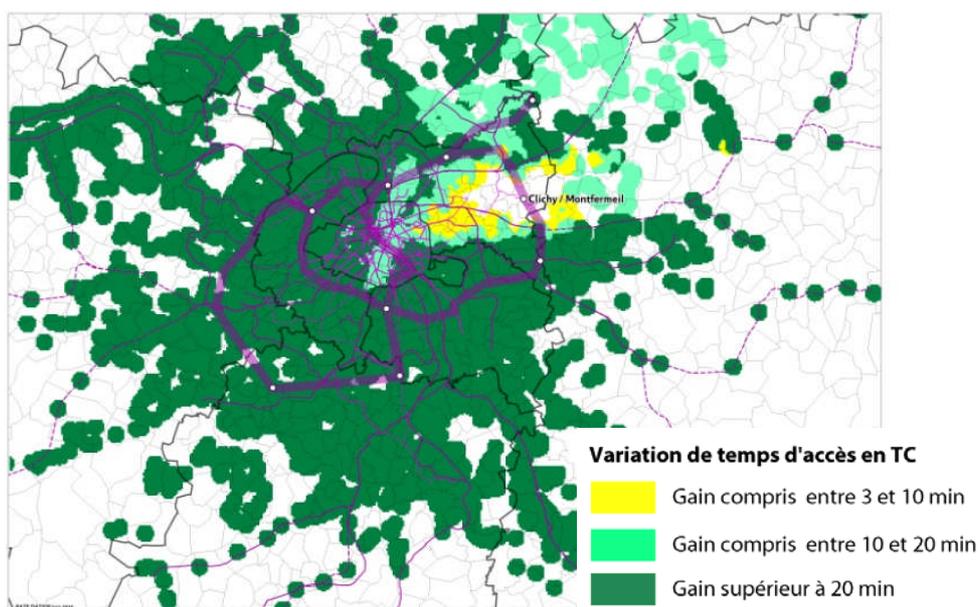


Figure III.3.1-2 : Variation de temps d'accès à Clichy-Montfermeil en transport en commun en 2035 à l'heure de pointe du matin suite à la mise en œuvre du projet de métro automatique (Sources : données SGP)

<sup>5</sup> « Les déplacements des franciliens en 2001-2002 », Enquête Global de Transport.

### II.3.4 L'enjeu de la densification autour des gares

Le succès du métro automatique dépendra surtout de la capacité à encourager la densification de la population et des activités autour des gares selon les principes du développement durable (développement économique préservant le futur, associé à une grande qualité de vie et notamment un usage élevé des transports publics).

Le métro automatique rendant plus aisé l'accès à la zone agglomérée, si le processus de densification était insuffisant, il pourrait s'accompagner d'effets induits (éloignement résidentiel par rapport aux pôles existants) ; il sera donc primordial de mettre en œuvre des mesures complémentaires l'encourageant (mesures réglementaires, fiscales, d'aménagement) ; dans ce contexte, les contrats de développement territorial prévu par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris seront un outil déterminant. Les objectifs de ces mesures seront principalement de favoriser le report modal en faveur des transports collectifs, de combattre l'étalement urbain via notamment la limitation des territoires ouverts à l'urbanisme tout en protégeant les zones d'habitats denses des nuisances du trafic routier. Elles auront également comme vocation de réduire les inégalités sociales et territoriales et d'assurer la mobilité de tous les Franciliens.

## II.4 Air, énergie et climat

---

### II.4.1 Air

#### **Des émissions de polluants atmosphériques en forte baisse entre 2005 et 2035**

---

En 2035, les résultats de simulation montrent que, globalement, les émissions routières de polluants atmosphériques sont en forte diminution grâce, principalement, à l'amélioration du parc automobile. En effet, la majorité des véhicules devront respecter la norme européenne Euro 6, qui impose de fortes restrictions sur les émissions routières.

Le choix des indicateurs de pollution de l'air s'est porté sur les émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de particules fines (PM) car le trafic routier en est le principal émetteur. En Ile-de-France, les émissions de NOx diminuent de 76 % entre 2005 et 2035, et les particules fines (majoritairement émises par les véhicules diesel) de 65 %.

#### **Emissions directes du métro automatique**

---

Le métro automatique émet directement très peu de polluants, parce qu'il consomme presque exclusivement de l'électricité (essentiellement pour la traction). Ce sont principalement des particules fines qui sont émises, suite au frottement des pièces en mouvement. Les émissions ne sont pas très importantes mais elles sont susceptibles de rester confinées dans le souterrain du métro (scénario souterrain). Ce problème est connu, il faudra prendre en compte les mesures suggérées par le plan d'action mis en place, en 2006, par le CSHPF<sup>6</sup>. Celui-ci se base notamment sur des améliorations du matériel roulant, des voies ainsi que des dispositifs de ventilation et de filtration.

#### **Emissions induites : report modal de la route vers les transports publics**

---

La mise en œuvre du métro automatique permet de capter sur le réseau de transport public des usagers utilisant auparavant l'automobile. Cela entraîne une diminution de 0,8 % de la circulation routière (véhicules x kilomètres), à l'échelle de l'Ile-de-France. Il en résulte une diminution des émissions routières de polluants atmosphériques est de 0,9 % pour les NOx et de 0,7 % pour les particules fines.

---

<sup>6</sup> Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.

## II.4.2 Energie

### Des objectifs énergétiques à long terme ambitieux

L'Etat français s'est engagé au Grenelle de l'environnement à mettre en œuvre des mesures qui permettront de diminuer de 2 % par an l'intensité énergétique (rapport entre la consommation d'énergie primaire et le PIB) dès 2015 et de 2,5 % par an dès 2030. A l'échelle de l'Ile-de-France, le transport routier représente un poste de consommation à fort enjeu puisqu'il représente 21% de la consommation énergétique globale<sup>7</sup>.

### Entre 2005 et 2035, une consommation énergétique du transport routier en forte diminution...

Les résultats de simulation soulignent une diminution significative de la consommation énergétique du trafic routier entre 2007 et la situation 2035 de référence (-6,2 %). Cette baisse est due principalement à l'évolution technologique du parc automobile roulant (toutes catégories confondues), malgré des hypothèses conservatrices du modèle relatives à l'utilisation d'énergies nouvelles (véhicules hybrides, électriques).

### ... renforcée par l'effet positif du métro automatique sur le report modal

D'après les simulations, la mise en œuvre du projet permettrait à l'horizon 2035 une réduction de 2 % de la consommation routière de carburants par rapport à la situation de référence (soit un gain de 83 000 tep). Cet effet positif est directement imputable à la diminution du trafic automobile suite au report modal vers les transports publics.

### La consommation énergétique du métro et de ses infrastructures

La quantité d'énergie de traction consommée pour le fonctionnement du futur métro automatique sera dépendante de la technologie de roulement utilisée et de la vitesse commerciale visée. Les coûts de l'énergie de traction du métro automatique seraient compris entre 550 et 800 GWh<sup>8</sup> par an. Les futures stations de métro seront également des postes de dépense énergétique majeurs. Leur consommation énergétique (fonction du volume, du niveau de mécanisation et de la profondeur de l'ouvrage) est estimée à 80 GWh par an<sup>9</sup>. Soit, au total, une consommation énergétique annuelle qui varie entre 54 000 et 76 000 tonnes équivalent pétrole (tep)<sup>10</sup>.

<sup>7</sup> Source : ARENE, ADEME, édition 2010, « Tableau de bord de l'énergie en Ile-de France : consommations et productions d'énergie »

<sup>8</sup> GigaWattseure = 10<sup>6</sup> KiloWattseure. Hypothèses de la Société du Grand Paris : production de voitures x kilomètre estimée à 350 millions par an - ratio entre kilowatts x heure (kWh) et voitures x kilomètre (V.K) compris entre 1.6 et 2.3

<sup>9</sup> Hypothèses de la Société du Grand Paris : 2 Gwh de consommation énergétique annuelle pour chaque gare - hypothèses de 40 gares

<sup>10</sup> La dépense totale d'énergie annuelle varie entre 630 Gwh et 880 Gwh, sachant que 1Gwh = 86tep.

## Un bilan énergétique globalement positif

Les gains énergétiques obtenus par la mise en place du métro automatique sont donc supérieurs à la dépense énergétique totale nécessaire à son fonctionnement (par calcul  $A - B = C$ )<sup>11</sup>. D'après les résultats de simulation, le bilan énergétique global du métro automatique s'élève à  $-0,04 \text{ \%/an}$ <sup>12</sup>. Un impact régional positif, donc, mais ne répondant pas à lui seul aux objectifs ambitieux fixés par le récent Grenelle de l'environnement ( $-0,8 \text{ \%/an}$ )<sup>13</sup>. Si on rapporte ces gains sur une période de 10 ans entre 2025 et 2035 en tenant compte de l'évolution du Produit Intérieur Brut (PIB)<sup>14</sup>, il apparaît qu'il contribue pour  $5 \%$ <sup>15</sup> aux objectifs annuels de réduction fixés par le Grenelle de l'environnement.

## Recommandations principales

Dans la présente étude, les estimations réalisées ne prennent pas en compte d'éventuelles mesures permettant de réduire la consommation énergétique directe du métro et de ses infrastructures. Il s'agirait notamment du recours aux énergies renouvelables, tel que préconisé par le Grenelle. Il faudrait également prendre en compte les gains énergétiques réalisés lors de la réorganisation du réseau (suppression des bus de banlieue) mais ces données ne sont pas disponibles à ce stade de l'étude.

### II.4.3 Climat

#### Gaz à Effet de Serre

Le gaz carbonique apparaît régulièrement, à juste titre, comme l'indicateur caractérisant de la manière la plus optimale les émissions de gaz à effet de serre. Pour le secteur routier, il représente près de 100% de l'ensemble des émissions. Selon les résultats de simulation, les émissions de  $\text{CO}_2$  du trafic routier en 2035 (situation sans projet) s'élèvent à 12,9 millions de tonnes<sup>16</sup>.

#### Diminution des émissions de $\text{CO}_2$ du trafic routier

La tendance 2005 - 2035 (situation de référence) reflète une diminution de 3 % des émissions de  $\text{CO}_2$  du trafic routier<sup>17</sup>, imputable en grande partie à l'amélioration du parc technologique. D'après les résultats de simulation, l'impact du projet aboutit ensuite à une nouvelle réduction des émissions de  $\text{CO}_2$  estimée à 2%, en raison essentiellement de la baisse des véhicules x km ( $-0,8 \%$ ) et des variations de vitesses. De plus, il faut noter que la réorganisation du réseau de bus pourrait renforcer cette tendance à la réduction de la pollution au gaz carbonique via les économies de carburant engendrées dans une hypothèse

<sup>11</sup> Les gains potentiels suite à la restructuration du réseau de bus de banlieue n'ont pas été estimés.

<sup>12</sup> Le métro automatique permet une diminution supplémentaire de  $-0,20 \text{ \%/an}$  de la consommation routière de carburant entre 2025 et 2035. A ceci s'ajoute la dépense totale d'énergie liée au métro et à ses infrastructures (en moyenne  $+0,16 \%$  d'augmentation annuelle).

<sup>13</sup> Hypothèse pour remplir les objectifs du Grenelle en 2035 en supposant qu'en 2025, date de mise en service du métro automatique, l'Etat ait respecté la première partie des objectifs.

<sup>14</sup> Hypothèse de calcul : augmentation annuelle du PIB national de  $1,5 \%$  après 2025

<sup>15</sup>  $(-0,04 / -0,8) * 100 = 5\%$

<sup>16</sup> Méthodologie COPERT IV, données du trafic routier 2035 issues de la Société du Grand Paris

<sup>17</sup> D'après les résultats de simulation pour la situation de référence 2035 et des données AIRPARIF 2005

de réduction des kilomètres parcourus.

## **Objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> à long terme**

---

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

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

## **Un bilan globalement positif**

---

Toutefois, l'énergie produite afin d'alimenter quotidiennement le métro automatique peut constituer une nuance à prendre en compte même si les proportions s'avèrent relativement faible<sup>18</sup> (émissions de CO<sub>2</sub> dix fois plus faibles que le gain routier).

---

<sup>18</sup> Hypothèses : 1 kWh d'électricité = 84 g de CO<sub>2</sub> (Source : ADEME) - consommation électrique maximum du métro : 800 Gwh

## II.5 Acoustique

---

### II.5.1 Volet bruit

#### **Les nuisances sonores, première atteinte à la qualité de vie pour les franciliens**

---

D'après les sondages, le bruit est considéré comme la première pollution aux yeux des français<sup>19</sup>, et davantage auprès des franciliens. Aujourd'hui, en Ile-de-France, 39% des ménages se déclarent gênés par les nuisances sonores le jour et 24 % la nuit<sup>20</sup>. Les effets du bruit sur la santé sont multiples et, essentiellement, de type extra-auditifs. On peut citer notamment les effets physiologiques (stress, troubles digestifs...), psychosomatiques et psychologiques (troubles du sommeil, de la concentration), etc. La réduction des nuisances sonores franciliennes est donc un enjeu fondamental de santé publique.

#### **Des impacts directs à prendre en compte en amont de la mise en œuvre du métro automatique**

---

L'étude de la gêne sonore liée au bruit des transports montre que les futures nuisances induites par le métro automatique seront globalement mieux perçues que l'implantation d'un autre moyen de transport<sup>21</sup>. Une attention particulière devra toutefois être portée sur l'aménagement des passages aériens, les équipements de voies et les vibrations qui peuvent engendrer une régénération du bruit à l'intérieur des logements. Ce dernier phénomène, appelé « bruit solide », est à l'origine de la gêne sonore la plus forte.

#### **Le tracé du métro automatique et la préservation des zones de calme**

---

Aujourd'hui en Ile-de-France, les zones calmes (40 à 50 dB(A) maximum en milieu urbain) constituent un véritable enjeu de santé publique et de préservation de la nature. C'est pourquoi il est fortement recommandé de faire de la conservation et du développement de zones calmes une priorité majeure du projet. De manière plus générale, il s'agira de privilégier, lorsque cela est possible, la mutualisation du passage aérien du métro avec un axe de transport structurant.

---

<sup>19</sup> Source : enquête permanente sur les conditions de vie et partie variable « vie de quartier » avril-juin 2001 - INSEE

<sup>20</sup> Source : enquête Logement 2002

<sup>21</sup> Source : commission européenne 2002 « Position paper on relationships between transportation noise and annoyance »

## **Le report modal induit par le métro automatique : des variations sonores faibles à l'échelle régionale**

---

En raison du type de bruit qu'il crée (période de bruit prolongée, zone de bruit étendue, etc.), le trafic routier constitue la principale source de gêne sonore. Les actions prises en faveur d'une réduction de l'impact du trafic automobile auront donc un impact très positif sur la perception sonore et le bien-être de la population actuelle et future située à proximité du projet. Le métro automatique du Grand Paris, en complétant le maillage du réseau de transport en commun, aura un impact non négligeable sur le trafic routier régional (-1.3 % de fréquentation à l'heure de pointe du matin). Toutefois, ce report modal aura un impact relativement faible sur l'évolution des nuisances sonores du trafic routier à l'échelle régionale. En effet, les cartes de classement sonores réalisées pour la situation 2035 avec et sans projet mettent en relief une variation faible entre les deux scénarios, de l'ordre de 1 dB(A). Or une variation sonore en-dessous de 2dB(A) n'est pas perceptible par l'oreille humaine. D'autre part, le nombre de population exposée par tranche de niveau sonore varie peu après mise en œuvre du projet. Cette faible variation s'explique par l'utilisation d'une formule logarithmique, prenant en compte la perception de l'oreille humaine, qui atténue les variations de trafic observées. Cependant, il est souligné que l'impact positif induit par la réduction de la circulation routière liée au projet pourrait être beaucoup plus important si des mesures en faveur du report modal étaient mises en œuvre, comme préconisé dans cette étude.

## **Des nuisances sonores prévisibles à l'échelle locale**

---

Les futures gares du futur métro automatique vont agir comme des pôles attracteurs, aussi bien des transports publics (taxis, bus) que des transports privés (rabattement des automobilistes). D'autre part, les nouvelles activités susceptibles de s'y installer vont, elles aussi, générer un trafic supplémentaire sur les voiries locales. A cela s'ajoute les nuisances sonores directes liées au fonctionnement de ces nouvelles infrastructures. C'est pourquoi l'accès aux gares ainsi que le développement des zones à leurs abords vont induire un impact sonore potentiellement significatif sur les voiries de quartier, probablement négatif. Pour réduire ces impacts, on privilégiera toutes les mesures d'accompagnement susceptibles d'inciter à la densification autour des gares et à l'utilisation des modes doux de déplacement. L'aménagement des périmètres autour des futures gares sera donc déterminant et cet enjeu a clairement été intégré par la loi relative au Grand Paris qui fournit des outils pertinents de mise en œuvre.

## II.6 Biodiversité, agriculture, sol, sous-sol, et eaux

---

Afin de faciliter la lecture et le résumé de l'état initial et de l'analyse de ces thématiques, un tableau synthétise les principaux impacts et recommandations.

THEMATIQUE	SITUATION ACTUELLE	IMPACTS DU PROJET			MESURES REDUCTRICES	IMPACTS RESIDUELS
		Souterrain	Aérien	Terrestre		
BIODIVERSITE	<p>Beaucoup de zones urbaines dans l'aire d'étude</p> <p>Plusieurs secteurs préservés dont l'intérêt est fort et reconnu : les parcs, les cours d'eau et zones humides...</p> <p>Deux principaux secteurs à enjeux ont été identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A l'est du fuseau : parcs départementaux de Seine-Saint-Denis, classé en Natura 2000, rôle dans la trame verte et bleue départementale</li> <li>- A l'ouest du fuseau : mares et mouillères du plateau de Saclay, les forêts domaniales, rôle dans la trame verte et bleue départementale et régionale.</li> </ul> <p>Une analyse des continuités écologiques et de leurs interactions avec le fuseau d'étude a permis d'identifier les secteurs fonctionnels de ce territoire et leurs limites. Les secteurs est et ouest ressortent d'un point de vue fonctionnel.</p>	<p>Surtout en phase chantier</p> <p>Le tunnel interfère avec les écoulements d'eau : il peut en arrêter certains en créant une zone étanche, ou en créer de nouveaux. Ces modifications peuvent avoir des conséquences en surface sur l'alimentation en eau de plan d'eau ou de mares.</p> <p>⇒ Impact non quantifiable à ce stade.</p> <p>Production de vibrations lors du creusement du tunnel dont l'impact sur les espèces n'est pas quantifiable à ce stade</p> <p>Suivant la localisation des lieux de stockage des matériaux de déblai, de l'entrée du tunnelier, l'effet pourra être négatif pour la faune, la flore et les milieux naturels (destruction, dégradation...).</p>	<p>pour la phase travaux à cause d'une zone de travaux autour du tracé plus importante pour la construction et l'acheminement des matériaux de construction</p> <p>Modification de l'apport en lumière et en l'eau pour les milieux naturels traversés à cause de l'implantation du viaduc</p> <p>Emprise au sol moindre par rapport au scénario terrestre</p> <p>Idem que pour le scénario terrestre pour le reste.</p>	<p>Emprise au sol entraînant la disparation ou la dégradation de milieux naturels</p> <p>Création de coupures (fragmentation du territoire)</p> <p>Artificialisation du territoire</p> <p>Dérangement des espèces animales en phase travaux</p>	<p>Eviter les zones à enjeux écologiques à ce stade</p> <p>Prendre des mesures de réduction pour limiter l'emprise dans les zones à enjeux écologiques, la mort d'individus (barrières...), le dérangement en phase travaux</p>	<p>Les espaces naturels consommés pour l'installation de l'infrastructure et des ouvrages annexes ne peuvent être réduits ou compensés.</p> <p>La mise en place de mesure permet de limiter certains impacts identifiés.</p> <p>Des études devront être réalisées pour évaluer l'impact des vibrations ou encore des modifications d'écoulement de l'eau.</p>
AGRICULTURE	<p>Beaucoup de zones urbaines dans l'aire d'étude</p> <p>Quelques grands secteurs agricoles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plateau de Saclay</li> <li>- Plaine de France (au niveau de l'aéroport Charles-de-Gaulle)</li> <li>- Abords de l'aéroport d'Orly</li> </ul> <p>Agriculture spécialisée au niveau du coteau de l'Aulnoye</p>	<p>Emprise réduite aux ouvrages annexes</p> <p>Le tunnel interfère avec les écoulements d'eau : il peut en arrêter certains en créant une zone étanche, ou en créer de nouveaux. Ces modifications peuvent avoir des conséquences en surface sur l'alimentation en eau de plan d'eau ou de mares.</p> <p>⇒ Impact non quantifiable à ce stade.</p>	<p>Modification de l'apport en lumière et en l'eau pour les milieux agricoles traversés à cause de l'implantation du viaduc</p> <p>Idem au scénario terrestre pour le reste</p>	<p>Consommations de terres agricoles, fragmentation du territoire agricole</p> <p>Impact potentiel sur les cultures : poussière, perte de récolte</p> <p>Modification du sol si la remise en état n'est pas faite correctement</p>	<p>Eviter les zones agricoles</p> <p>Mettre en place des mesures de réductions simples : barrières pour délimiter le chantier, arroser le chantier pour limiter les poussières</p> <p>Rétablir les chemins agricoles</p> <p>Remember de manière cohérente</p>	<p>Les impacts liés à la consommation d'espaces agricoles pour l'installation de l'infrastructure et des ouvrages annexes ne peuvent être réduits ou compensés.</p> <p>Déstabilisation économiques pour les petites exploitations concernées (le cas échéant)</p>
VIBRATIONS : Tremblements des sols	<p>Bruit de fond de vibrations produit par les activités existantes.</p> <p>Production forte par certaines activités : chantiers, circulation routière et ferroviaire.</p> <p>Résultent des chocs des matériels avec le</p>	<p>Surtout en phase chantier par les tunneliers et les camions de transport.</p> <p>Métro sur pneus : vibrations amorties.</p> <p>Métro sur roues en fer : pas</p>	<p>Surtout en phase chantier par les engins de terrassement et les camions de transport.</p> <p>Métro sur pneus : vibrations</p>	<p>Surtout en phase chantier par les engins de terrassement et les camions de transport.</p> <p>Métro sur pneus : vibrations</p>	<p>Réalisation d'études vibratoires en accompagnement des études géotechniques.</p> <p>Objectifs :</p>	<p>Ils restent faibles en général, forts localement, car les études vibratoires ne permettront pas d'éliminer complètement les effets des</p>

THEMATIQUE	SITUATION ACTUELLE	IMPACTS DU PROJET			MESURES REDUCTRICES	IMPACTS RESIDUELS
		Souterrain	Aérien	Terrestre		
	sol.	<p>d'amortissement.</p> <p>Le tunnel diffuse les vibrations sur l'ensemble de sa circonférence. Il joue le rôle d'amortisseur.</p> <p>Impact sur les bâtiments : fissuration, effondrement Impact sur la santé humaine : insomnie, nervosité</p> <p>Impact moyen en zone urbanisée dense, faible ailleurs. Impact fort sur certains sites ou matériels dont le fonctionnement est perturbé ou annihilé par les vibrations.</p>	<p>amorties.</p> <p>Métro sur roues en fer : pas d'amortissement.</p> <p>Les ancrages diffusent les vibrations sur une petite surface. Il n'y a pas d'amortissement.</p> <p>Impact sur les bâtiments : fissuration, effondrement Impact sur la santé humaine : insomnie, nervosité</p> <p>Impact moyen en zone urbanisée dense, faible ailleurs</p>	<p>amorties.</p> <p>Métro sur roues en fer : pas d'amortissement.</p> <p>L'infrastructure diffuse les vibrations sur une grande surface. Il n'y a pas d'amortissement. La transmission est directe.</p> <p>Impact sur les bâtiments : fissuration, effondrement. Impact sur la santé humaine : insomnie, nervosité</p> <p>Impact moyen en zone urbanisée dense, faible ailleurs.</p>	<p>Identifier les zones à risques Prendre les dispositions nécessaires pour limiter la production de vibrations : choix des matériels, choix des méthodes de travail, mise en place de dispositifs de protection contre les vibrations</p>	<p>vibrations, en particulier les fissurations de bâtiments.</p>
TOPOGRAPHIE Relief	<p>Plateaux au relief peu marqué Les vallées (Seine, Marne) ou les buttes (Belleville, Aulnay) créent des pentes importantes.</p>	<p>Pas d'impact direct Impact du gros volume de terres excavées sur la topographie des zones où elles seront entreposées.</p>	<p>Impact faible Seuls les ancrages nécessitent des excavations.</p>	<p>Impact faible</p>	<p>Le scénario souterrain permet de limiter fortement l'impact sur la topographie. Le projet aérien ou terrestre prend en compte la topographie en évitant les zones trop pentues.</p> <p>Utilisation du plus grand volume possible de matériaux excavés dans la construction du métro (sables et graviers pour béton, remblais) et dans les chantiers d'autres projets.</p>	<p>Les modifications de la topographie sont irréversibles tant que le métro est en service. Les impacts résiduels peuvent être forts localement, dans les zones en forte pente.</p>
PEDOLOGIE Le sol superficiel	<p>Domination des zones urbanisées où les sols ont été artificialisés. Peu de sols agricoles, très peu de sols d'espaces naturels.</p>	<p>Pas d'impact direct.</p>	<p>Impact très faible. La superficie concernée par les ancrages est faible et se situe principalement dans des zones urbaines</p>	<p>Impact faible. La superficie concernée par la voie du métro est faible et se situe principalement dans des zones urbaines</p>	<p>Il n'y a pas de mesure réductrice. Les travaux conduisent à la disparition du sol en place, quelque soit sa nature.</p>	<p>La disparition des sols en place est irréversible. En pratique, la superficie de sols agricoles et d'espaces naturels devant disparaître est faible à l'échelle du projet et de la région.</p>
GEOLOGIE Les roches du sous-sol	<p>La craie est épaisse de 500 m environ dans la région. Elle est proche de la surface du sol en très peu d'endroits.</p> <p>Les roches situées au dessous ne peuvent donc pas être atteintes par le projet.</p> <p>Au dessus de la craie, il existe une alternance d'argile, de sable et de calcaire formant un ensemble plus ou moins épais.</p>	<p>Le tunnel du métro sera situé à une profondeur principalement comprise entre 20 et 40 m.</p> <p>Il sera creusé dans une ou plusieurs couches rocheuses.</p> <p>Le volume rocheux excavé est important : plusieurs millions de mètres-cubes</p>	<p>Les ancrages seront positionnés dans les couches rocheuses superficielles (moins de 15 m).</p> <p>Le volume rocheux excavé est le plus faible.</p>	<p>L'infrastructure sera posée sur la couche rocheuse superficielle, éventuellement décapée en partie.</p> <p>Le volume rocheux excavé est moyen et dépend fortement de certains éléments du projet non connus à ce jour.</p>	<p>Il n'y a pas de mesure réductrice pour l'excavation de tout ou partie de couches rocheuses. Les roches excavées ne peuvent pas être remplacées.</p> <p>Les études géologiques et géotechniques peuvent conduire à diminuer</p>	<p>La disparition des roches excavées est irréversible.</p>

THEMATIQUE	SITUATION ACTUELLE	IMPACTS DU PROJET			MESURES REDUCTRICES	IMPACTS RESIDUELS
		Souterrain	Aérien	Terrestre		
					l'excavation de certaines roches, en particulier celles qui contiennent de l'eau exploitable.	
HYDROGEOLOGIE L'eau souterraine	<p>L'eau consommée par les divers utilisateurs (eau potable, eau industrielle, eau de chauffage ou de climatisation) provient soit des cours d'eau (Seine, Marne, Oise), soit du sous-sol.</p> <p>Les principales roches contenant de l'eau exploitable sont la craie, les calcaires et les sables.</p> <p>Certaines sont proches de la surface du sol (entre 0 et 20 m) et sont vulnérables aux pollutions. Les autres sont plus profondes et sont mieux protégées des pollutions venant de la surface.</p> <p>L'eau circule dans la roche, soit par les fissures, soit par des zones perméables, en général peu argileuses.</p> <p>Les eaux souterraines sont exploitées par des forages plus ou moins profonds. Ces forages forment des tubes entre la surface et la roche contenant de l'eau.</p>	<p>La disparition de la roche réservoir conduit à la diminution du volume disponible pour stocker de l'eau, et donc au volume d'eau disponible.</p> <p>Le tunnel interfère avec les écoulements au sein de la roche réservoir : il peut en arrêter certains en créant une zone étanche, il peut en créer de nouveaux en créant de nouvelles zones favorables.</p> <p>Selon la profondeur des forages, le tunnel interfère avec le tube ou avec la zone de pompage.</p> <p>L'impact est fort dans les zones où l'eau est exploitée, moyen ailleurs.</p>	<p>La disparition de la roche réservoir de surface n'a de conséquences que si cette roche est exploitée. Cette situation existe mais est localisée.</p> <p>Les ancrages interfèrent avec les forages de faible profondeur.</p> <p>L'impact est fort dans les zones où l'eau de la roche superficielle est exploitée, faible ailleurs.</p>	<p>La disparition de la roche réservoir de surface n'a de conséquences que si cette roche est exploitée. Cette situation existe mais est localisée.</p> <p>L'implantation de la voie du métro interfère avec les forages de faible profondeur.</p> <p>L'impact est fort dans les zones où l'eau de la roche superficielle est exploitée, faible ailleurs.</p>	<p>Les mesures réductrices sont de deux ordres :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitement : <ul style="list-style-type: none"> <li>• des zones de forte densité de forages dans la mesure du possible,</li> <li>• des zones où la roche réservoir présente un enjeu stratégique pour l'alimentation en eau potable.</li> </ul> </li> <li>- Réalisation d'études hydrogéologiques dès la conception de l'ouvrage : ces études doivent permettre d'identifier les effets négatifs engendrés par la mise en œuvre du métro (destruction de forages, perturbations du fonctionnement de forages) et de proposer des solutions pour réduire ces effets.</li> </ul>	<p>Certains impacts ne pourront être totalement réduits.</p> <p>La compensation de la perte de systèmes de production d'eau souterraine est difficile à cause de l'hétérogénéité des roches réservoirs.</p> <p>Il ne suffit pas de forer à proximité d'un forage voué à la disparition pour obtenir une production d'eau équivalente en quantité et en qualité.</p>
EAUX SUPERFICIELLES	<p>Le réseau des cours d'eau s'organise autour de la Seine qui collecte toutes les eaux de ruissellement de la zone d'étude. La Marne est son affluent principal. La Seine et la Marne sont des cours d'eau canalisés dont l'écoulement est déjà régulé par le fonctionnement des écluses.</p> <p>Il existe un réseau de petits cours d'eau en grande partie artificialisés qui rejoignent directement la Seine ou la Marne.</p> <p>La qualité des eaux superficielles est en général médiocre dans la zone d'étude.</p> <p>Les zones inondables ont été définies sur la base de la crue historique de 1910.</p> <p>Les crues de la Seine et de la Marne sont</p>	<p>Les eaux superficielles ne sont concernées que par les ouvrages annexes (gares, galeries d'accès et d'aération).</p> <p>L'impact est faible.</p>	<p>L'impact principal réside dans le franchissement des cours d'eau.</p> <p>La construction d'un pont est susceptible de perturber l'écoulement et de créer des problèmes en amont et en aval, surtout si une pile est implantée au milieu du cours d'eau.</p> <p>La construction du métro prend des volumes à la crue. Cela peut créer des inondations là où il n'y en n'a pas actuellement. Cela peut augmenter localement les vitesses d'écoulement et créer des dégâts aux biens. L'impact est localement fort</p>	<p>L'impact est identique au projet aérien</p>	<p>La réalisation d'études hydrauliques dès la conception de l'ouvrage doit permettre d'identifier les effets négatifs engendrés par la mise en œuvre du métro (perturbation des écoulements, volumes pris à la crue) et de proposer des solutions pour réduire ces effets.</p>	<p>Les impacts résiduels sont en général faibles.</p>

THEMATIQUE	SITUATION ACTUELLE	IMPACTS DU PROJET			MESURES REDUCTRICES	IMPACTS RESIDUELS
		Souterrain	Aérien	Terrestre		
	<p>caractérisées par une montée lente des eaux et un étalement lent dans les zones inondables. Seul, le lit du cours d'eau garde des vitesses significatives d'écoulement.</p> <p>La construction d'ouvrages est soumise à la réglementation sur l'eau.</p>					
INTERACTIONS AVEC LES ACTIVITES HUMAINES	<p>ACTIVITES AERIENNES : Sites SEVESO</p> <p>Ce sont des dépôts de produits pétroliers très sensibles au risque d'explosion.</p>	<p>La construction du métro engendre des vibrations qui sont susceptibles de créer des dysfonctionnements.</p> <p>L'impact est fort localement</p>	<p>La construction du métro engendre des vibrations qui sont susceptibles de créer des dysfonctionnements.</p> <p>L'impact est fort localement</p>	<p>La construction du métro engendre des vibrations qui sont susceptibles de créer des dysfonctionnements.</p> <p>L'impact est fort localement</p>	<p>Ces activités sont localisées en 3 sites. La principale mesure est d'éviter ces zones.</p>	<p>L'impact résiduel sur ces zones est nul.</p>
	<p>ACTIVITES SOUTERRAINES</p> <p>Le sous-sol de la région est déjà très occupé par un grand nombre d'ouvrages : réseaux en tous genres (eaux, électricité, téléphone et câbles, gaz), conduites de transport de liquides, tunnels routiers et ferroviaires.</p> <p>Dans les 20 premiers mètres, on trouve surtout les réseaux locaux et les tunnels, sauf exception.</p> <p>Au-delà, on trouve les réseaux à vocation régionale et les conduites de transport de liquides.</p> <p>En dessous de 40 m, les ouvrages sont rares.</p>	<p>Le projet interfère avec les ouvrages profonds de plus de 20 m. Ces ouvrages sont difficilement déplaçables et le projet devra les éviter.</p> <p>L'impact principal réside dans la possibilité d'une fragilisation et d'une déstabilisation de ces ouvrages.</p>	<p>Le projet interfère avec les ouvrages peu profonds, moins de 20 m.</p> <p>Ces ouvrages se déplacent facilement, à l'exception des tunnels.</p> <p>L'impact est faible pour les réseaux locaux.</p> <p>Pour les tunnels, il existe une possibilité de fragilisation.</p>	<p>Le projet interfère avec les ouvrages peu profonds, moins de 20 m.</p> <p>Ces ouvrages se déplacent facilement, à l'exception des tunnels.</p> <p>L'impact est faible pour les réseaux locaux.</p> <p>Pour les tunnels, il existe une possibilité de fragilisation.</p>	<p>Les mesures d'évitement sont les principales mesures mises en œuvre pour les ouvrages profonds et régionaux, et pour les tunnels. Ces ouvrages étant difficiles à déplacer, le projet devra s'adapter à leur présence.</p> <p>Les études géotechniques, vibratoires et hydrogéologiques mentionnées ci-dessus doivent permettre d'éviter les problèmes de fragilisation et de déstabilisation des ouvrages.</p> <p>Les réseaux peu profonds sont déplacés dans le cadre des opérations de préparation des chantiers.</p>	<p>L'impact résiduel est très faible à nul.</p>

THEMATIQUE	SITUATION ACTUELLE	IMPACTS DU PROJET			MESURES REDUCTRICES	IMPACTS RESIDUELS
		Souterrain	Aérien	Terrestre		
	<p><b>RISQUES NATURELS</b> Ces risques sont essentiellement géologiques. Ils résultent pour certains d'entre eux d'activités humaines anciennes. L'exploitation de carrières de calcaire et de gypse a créé des cavités qui sont à l'origine de problèmes graves de stabilité des ouvrages. Ces cavités créent des zones de fragilité dans les couches rocheuses.</p> <p>Les autres résultent des caractéristiques des roches en place : dissolution de composants conduisant à des mouvements de terrain, en particulier.</p> <p>Ces risques sont localisés en grande majorité par des zonages de plan de prévention des risques (PPR). Il existe un PPR Gypse et un PPR Carrières de calcaire.</p>	<p>La construction du métro en tunnel est susceptible d'interférer avec les cavités résiduelles, soit en passant dedans, ce qui conduit à des risques importants de rupture des zones de fragilités et de déstabilisation d'ouvrages, soit en passant à proximité avec des effets qui peuvent être aussi importants.</p>	<p>La mise en œuvre des ancrages est susceptible d'interférer de la même manière. Les cavités doivent cependant être superficielles.</p>	<p>L'implantation de la voie du métro est susceptible d'interférer de la même manière. Les cavités doivent cependant être superficielles</p>	<p>Les études géotechniques sont fondamentales dans ce domaine. Les sondages de reconnaissance doivent être menés suffisamment profond. Il ne s'agit pas seulement d'ancrer l'ouvrage, mais aussi de vérifier que les ancrages n'auront pas de conséquence en profondeur.</p>	<p>Il s'agit avant tout d'une contrainte à la réalisation du projet. Les impacts résiduels sont en général nuls. En revanche, quand il y a déstabilisation d'ouvrages, en particulier souterrains, les impacts peuvent être irréversibles.</p>

## II.7 Paysage naturel

---

### II.7.1 Etat initial au niveau du périmètre d'étude

L'objectif principal d'un volet paysager est d'étudier l'impact visuel d'un projet. Au travers de la description de la structure paysagère, de la valeur patrimoniale et des modalités de perception, les sensibilités paysagères peuvent être établies. Le volet paysager propose également des mesures pour assurer l'insertion paysagère du projet.

#### Grandes régions naturelles identifiées

---

D'une superficie plus vaste que celle de l'unité paysagère, une région naturelle fait très souvent l'objet d'une reconnaissance à l'échelle des documents régionaux et départementaux. Elle présente une combinaison de caractères physiques homogènes (géomorphologie, géologie, climat, sols, ressources en eau, etc.) associés à une occupation humaine également homogène.

Quatre grandes régions naturelles concernent le fuseau d'étude :

- les **vallées alluviales de la Marne et la Seine**, recoupées à de nombreuses fois par le fuseau d'étude ;
- La **Plaine de France** au Nord de la Seine, supportant notamment les aéroports du Bourget et de Charles-de-Gaulle, dans les départements de Seine-Saint-Denis, du Val d'Oise et de Seine-et-Marne ;
- La **Brie** entre la Seine et la Marne dans les départements du Val de Marne, de Seine-et-Marne et débordant légèrement sur l'Essonne ;
- Le **Hurepoix et le Pays de Cruye** en rive gauche de la Seine et appartenant au plateau beauceron dans les Yvelines, l'Essonne et une partie du Val-de-Marne.

Au sein de ces régions naturelles, une analyse plus fine a permis l'identification d'unités paysagères. Au sens de la Convention Européenne du Paysage, l'unité paysagère désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations.

Compte tenu de la diversité paysagère, les unités ont été regroupées en 7 grands ensembles paysagers :

- Les massifs forestiers : Forêt de Fausses-Reposes/Parc de Saint-Cloud, Bois de Saint-Martin, Bois de Boulogne ;
- Les paysages de plateau agricole et urbanisé : Plateau de Saclay, Plaine de Versailles, Plateau d'Orly et de Massy, Brie, Plaine de France ;
- Les grandes vallées urbaines : Vallée de l'Yvette, Vallée de la Bièvre, Vallée de la Marne ;
- Les Coteaux urbanisés : Coteau de Chambourcy, Coteau de la Bièvre et de la Seine ;
- Les Vallons humides : Vallon Humide de Montbron ;
- Les Buttes témoins : Coteaux de l'Aulnoye, Butte de Montmartre ;
- Le Val de Seine.

La zone d'étude est fortement urbanisée. Les principaux secteurs présentant des enjeux paysagers à l'échelle du fuseau sont dans les parties Est et Ouest.

Les Yvelines concentrent une part importante des enjeux paysagers et réglementaires avec de nombreux sites classés et inscrits recoupés et des paysages remarquables comme les vallées encaissées ou les grands massifs domaniaux.

On retrouve ces grands massifs domaniaux dans les Hauts-de-Seine et les enjeux liés aux vallées de l'Yvette et de la Bièvre en Essonne.

En Seine-Saint-Denis, le fuseau recoupe les grandes unités « naturelles » qui présentent à la fois des enjeux paysagers et écologiques (ZPS « Sites de Seine-St-Denis »).

Enfin les coteaux de Seine et de la Marne présentent de petits secteurs à enjeu réglementaires.

## II.7.2 Types d'impacts potentiels du projet

☞ Cette analyse aborde les effets visuels dans leur généralité. Les secteurs à enjeux paysagers sont plus détaillés. Il va de soi que les effets visuels seront inégalement répartis.

Les effets visuels s'exercent essentiellement en phase exploitation puisqu'ils agissent durablement sur le cadre de vie tandis que la phase travaux bien que parfois brutale a un impact éphémère sur le cadre de vie.

### Impacts potentiels

Les impacts paysagers potentiels du futur métro automatique sont :

- L'effet de coupure engendrée par l'installation d'une infrastructure nouvelle. Les effets visuels seront indéniables pour les scénarii en viaduc ou au sol mais limités pour le scénario terrestre par le fait que l'ouvrage sera solidaire de son socle terrestre comme « posé » sur le sol ;
- La covisibilité<sup>22</sup> avec des monuments historiques ou des éléments du patrimoine ;
- La modification du paysage, par la suppression d'un boisement participant à l'identité d'un territoire notamment, la réorganisation des cheminements piétons et l'impact sur la fréquentation qui en découlent ;
- La modification de la perception : lorsque l'observateur est amené à traverser l'ouvrage sans qu'il ait un impact visuel fort à grande échelle, par exemple ;
- La création d'un effet de barrière/fragmentation ;
- L'effet de surplombant d'un espace de vie (effet oppressant et assombrissant) pour un passage en viaduc ;
- L'effet indirect positif ou négatif vis-à-vis de l'urbanisation.

<sup>22</sup> On parle de covisibilité ou de « champ de visibilité » lorsqu'un édifice est, au moins en partie, dans les abords d'un monument historique et visible depuis lui ou en même temps que lui.

## Impacts en phase travaux

☞ Les impacts en phase travaux sont difficiles à appréhender à ce stade de définition du projet. L'étude d'impact apportera une vision plus précise à une échelle de projet plus réduite.

Les phases travaux pourront nécessiter :

- Des **défrichements** plus ou moins conséquents. A terme, les impacts paysagers définitifs seront fonction des mesures mises en place :
  - Sur un coteau, on aura un **effet de trouée**, avec rupture de la continuité paysagère des boisements ;
  - Sur un plateau, on aura une modification des points de repère ;
  - En grands espaces forestiers, on générera des **coupures franches**, associées à un effet de gêne du visiteur ;
- **L'occupation d'espaces agricoles** pour la période de travaux ;
- **La mise en place de voies de circulation temporaires et/ou de déviation.** En plus des impacts visuels, on génère de nouvelles infrastructures.

## Impacts par scénario

### ★ *Passage en aérien (surélevé) en phase d'exploitation*

Un tracé aérien est sans nul doute celui qui aura **le plus d'effets visuels**, sans forcément y associer un caractère négatif.

Le passage en aérien peut apporter une nouvelle ligne de force dans le paysage, avec des ouvrages spectaculaires d'un point de vue technique et architectural. On pense notamment aux franchissements des vallées par les grandes infrastructures auxquels l'observateur est habitué. On pense également aux métros aériens sur viaducs au dessus de la ville et répondant à une logique très urbaine. Certains secteurs du fuseau sont plus à même que d'autres d'absorber d'un point de vue paysager ce type d'ouvrage.

☞ Pour le passage en viaduc, l'impact visuel du projet sera à déterminer lors de la précision du projet.

### ★ *Passage en souterrain*

Les effets visuels seront concentrés aux zones émergentes de chantier et d'ouvrages annexes (gares, aération, accès sécurité, etc.). Il est fortement recommandé d'éviter toute émergence visuelle en covisibilité avec les éléments de patrimoine tel que le Château de Versailles à moins d'en assurer une parfaite intégration et/ou de limiter les travaux dans le temps.

## II.7.3 Proposition de mesures

Les objectifs de ces mesures sont :

- Intégrer au mieux l'ouvrage dans le territoire afin qu'il ne soit pas perçu uniquement comme une pièce rapportée ;
- Prendre en considération le fait que l'infrastructure façonne le paysage

qu'elle traverse et non pas uniquement les points qu'elle relie.

### Scénario aérien (sol et surélevé)

L'étude d'un tracé solidaire de grands axes routiers (A1, A/...) ou de ligne LGV pourra limiter l'impact visuel du projet.

Tableau III.8.1-2 : Propositions de mesures d'évitement et de réduction pour un scénario aérien

<i>Mesures d'évitement</i>	<i>Mesures de réduction</i>
Limiter au maximum les déboisements (phase chantier et exploitation)	Choisir les essences végétales les mieux adaptées pour une insertion facile dans la trame verte et un effet cicatrice rapide
Eviter de recouper les vallons affluents des grandes vallées urbaines qui forment de petites entités paysagères reconnues	Chercher à être solidaire des grandes infrastructures de transports existantes afin de ne pas augmenter le fractionnement du territoire
Eviter de s'associer aux vallées moyennes, peu larges, très souvent déjà longées par une ou deux voies de circulation (route et voie ferrée)	Envisager un tracé en lien avec les lisières urbaines afin de ne pas l'isoler et d'en diminuer l'exposition visuelle
Essayer de se rendre solidaire de la morphologie du site pour une meilleure intégration et une moindre émergence visuelle	Choisir un traitement végétal et minéral adéquat prenant en compte une notion de continuité dans l'ouvrage tout en considérant des objectifs de qualité paysagère locaux
S'affranchir des sites au titre de la loi 1930, sinon, définir les mesures de compensation et de réduction des impacts adéquates	Favoriser la remise en état des sites inscrits/classés traversés, du moins composer efficacement avec la nature paysagère des sites en question
Protéger les sites à enjeux forts (cf. tableau III.8.1-1)	Limitier les phases travaux en période touristique au niveau des grands sites comme Versailles
	Assurer la continuité des cheminements piétons par des passerelles ou autres ouvrages d'art sécurisés afin de réduire la perturbation dans les perceptions sociales et physiques des paysages (jouer sur la perméabilité)

### Scénario souterrain

Tableau III.8.1-3 : Propositions de mesures d'évitement et de réduction pour un scénario souterrain

<i>Mesures d'évitement</i>	<i>Mesures de réduction</i>
Eviter de creuser dans des secteurs présentant de forts enjeux paysagers	Etudier la localisation des émergences terrestres qui ne seraient pas « visuellement » raccrochées à un tracé et qui ne seraient pas reconnues comme telles
	Assurer l'intégration paysagère des émergences terrestres d'un point de vue du végétal et des matériaux de construction

## II.8 Patrimoine culturel protégé

---

L'état initial a révélé la présence d'un grand nombre de monuments historiques inscrits ou classés, sites inscrits ou classés, ZPPAUP et secteurs sauvegardés sur le fuseau d'étude du futur métro automatique. La protection de ce patrimoine soumet les projets d'aménagement à l'intérieur des zones protégées à des réglementations conditionnant leur réalisation. La répartition non homogène du patrimoine protégé sur le fuseau d'étude met en exergue cinq secteurs sur lesquels les enjeux liés à la protection du patrimoine protégé seront particulièrement forts. Il s'agit de :

1. Saclay, Les Loges-en-Josas, Jouy-en-Josas, Buc.
2. Versailles
3. Croissy, Bougival, Le Vésinet, Chatou.
4. Saint-Cloud, Suresnes.
5. Gentilly, Arcueil, Cachan.

En fonction des différents scénarii envisagés pour le passage de l'infrastructure (souterrain, terrestre ou surélevé) l'impact sur le patrimoine protégé n'est évidemment pas le même : le scénario souterrain est, sur ce point, le plus favorable dans la mesure où il minore très largement l'impact visuel du projet.

## II.9 Archéologie

---

Le Service Régional d'Archéologie a mis à disposition de cette étude une cartographie des zones dites de « sensibilité archéologiques », c'est-à-dire des vestiges archéologiques déjà découverts. Il en ressort que de nombreuses zones de sensibilités archéologiques apparaissent dans le sous-sol francilien. Conformément à la réglementation en matière d'archéologie préventive, dont l'objet est d'assurer la détection, la conservation ou la sauvegarde des éléments du patrimoine archéologique affectés ou susceptibles de l'être par les travaux d'aménagement, la maîtrise d'ouvrage s'engage à :

- communiquer un plan détaillé des travaux ainsi que la date d'ouverture des travaux aux organismes concernés (Préfet de région, Service régional d'archéologie), afin qu'ils engagent éventuellement des prospections préventives.
- arrêter les travaux en cas de découvertes fortuites et en informer les organismes concernés.

Si le scénario surélevé paraît le plus favorable au regard des risques archéologiques dans la mesure où c'est celui qui touche le moins au sol et sous-sol, il est néanmoins difficile d'appréhender l'impact, en corrélation avec le manque de connaissance des vestiges archéologiques potentiels.

## II.10 Aménagement du territoire

---

L'état initial de l'environnement a révélé un territoire francilien hétérogène et a établi la carte d'identité des onze tronçons composant le fuseau, afin de saisir les enjeux de chacun de ces territoires spécifiques, au regard notamment des défis d'accueil de l'augmentation à venir de la population francilienne. Il est prévu que cette augmentation de population (habitant et emplois) se concentre principalement dans les grands pôles de développement (conduits dans le cadre des Opérations d'Intérêt National et des Etablissements Publics d'Aménagement) qui structurent la métropole.

Les principaux objectifs du futur métro sont de connecter ces grands territoires de projet et de favoriser ainsi leur compétitivité, ainsi que d'encourager la limitation de l'étalement urbain. Ainsi, concernant l'aménagement du territoire et à l'échelle actuelle du projet, les impacts potentiels de la future infrastructure vont être particulièrement significatifs sur la répartition de la population future dans la métropole et sur les projets d'aménagement, en cours ou à venir. Dans le respect des objectifs de maîtrise des incidences environnementales du développement, il est nécessaire de favoriser la concentration urbaine dans les zones bien desservies par les transports en commun. Face à cela, la densification du territoire bâti ou viabilisé permet de ne pas ouvrir de nouveaux sols à l'urbanisation. L'arrivée de l'infrastructure, offrant une meilleure accessibilité aux territoires concernés, est en mesure de favoriser, et polariser, cette densification.

Une partie du travail a ainsi consisté à évaluer la capacité théorique du territoire du fuseau à se densifier, donc à absorber les évolutions de population à moyen terme. Il résulte de cette évaluation la grande capacité de densification théorique du territoire. Cependant, cette aptitude varie selon les tronçons. Si certains sont très aptes à absorber les augmentations de population, d'autres sentiront une pression urbaine plus forte, il faudra donc veiller à une mise en œuvre adaptée aux qualités de chaque tronçon. Cette densification, certes favorisée par l'implantation du métro automatique, nécessitera néanmoins le soutien de volontés politiques fortes si elle veut réussir à limiter l'étalement urbain.

Une première estimation réalisée pour l'habitat uniquement, dans le cadre de cette évaluation, indique que la mise en place du métro automatique, en permettant une densification de l'habitat et des activités à l'intérieur du fuseau, permettrait une économie de l'ordre de 13 000 ha d'espace naturel.

Un autre point important concernant l'aménagement du territoire a consisté à évaluer les opportunités offertes par le territoire pour soutenir un passage aérien de l'infrastructure. En effet, un passage aérien présente certains avantages (différencier la nature et la perception du réseau ; relier l'utilisateur à son territoire ; s'appuyer, dans une approche soutenable, sur le « déjà là » ; ...). Ces opportunités sont principalement de deux types : opportunité de mutualiser la nouvelle infrastructure avec une infrastructure existante (réduction des impacts notamment sonores) et opportunité de reconfigurer de grandes emprises mutables ou ouvertes.

Il ressort de cette étude que différents secteurs apparaissent comme favorables à recevoir un passage en surface (aérien/terrestre) de l'infrastructure.

Ces secteurs peuvent être regroupés en familles, en fonction du type d'opportunité offert :

- ★ **Grandes Infra Linéaires : Roissy-Pleyel, Orly-Villejuif**
- ★ **Grandes Emprises Ouvertes : Triangle de Gonesse, Plateau de Saclay**
- ★ **Mixte - Activités/Ouvert/Infra : Massy-Orly, Villiers sur Marne- Gourmay.**

## II.11 Effets indirects

---

Le projet de métro automatique du Grand Paris aura des répercussions indirectes importantes, aussi bien sur le paysage, les milieux naturels ou encore les espaces agricoles.

Il va en effet jouer sur la mobilité et **catalyser l'aménagement du territoire** (urbanisation, développement économique). On pense surtout aux secteurs périurbains qui disposent encore d'une trame agricole et naturelle. Il s'agit là de prévoir les formes urbaines à venir, notamment au sein des documents d'urbanisme, afin de ne pas avoir à considérer les effets positifs ou négatifs du projet comme une résultante involontaire et non maîtrisable.

Ainsi, la mise en place du métro automatique, en permettant une densification de l'habitat et des activités à l'intérieur du fuseau, permettrait une économie de 13 000 ha d'espace consommé par rapport à une situation 2035 de référence. Cette préservation des milieux naturels est une plus-value non négligeable pour le projet qui, selon des enquêtes de préférence déclarée, peut se chiffrer à 11 900 000€.

L'**accès au paysage** sera également un effet indirect du projet. En agissant sur la mobilité, on rend accessible des sites naturels auparavant difficiles d'accès. Le projet de métro automatique du Grand Paris permettra la découverte de nouveaux paysages comme notamment les Coteaux de l'Aulnoye qui sont actuellement très mal desservis. Les enjeux de pressions sur les milieux naturels iront de pair avec cette nouvelle accessibilité.

## III. Synthèses et perspectives

---

L'évaluation environnementale permet aux différentes échelles étudiées d'avoir une vision d'ensemble des impacts potentiels engendrés par le projet de métro automatique du Grand Paris et d'accompagner les études complémentaires et sa mise en œuvre.

Si dans le rapport d'analyse des impacts, une synthèse générale reprend les thèmes généraux et indépendants du mode de passage, que sont la mobilité, l'air, l'énergie ou encore le climat, les impacts par tronçon et par scénario sont par la suite détaillés. Cette synthèse par tronçon par thématique est présentée dans ce document.

### III.1 Synthèse par tronçon

---

#### III.1.1 Scénario souterrain

Les cartes IV.1.1-1 à IV.1.1-9 présentent sous forme graphique la synthèse du diagnostic pour le volet EAU/SOL/SOUS-SOL.

Le scénario souterrain du projet a un impact réduit par rapport au scénario aérien/terrestre. Cependant, son impact principal réside dans **l'interaction du projet avec les captages d'eau** (eau potable ou autres usages). En effet, le projet pourrait engendrer des **impacts non réductibles et non compensables résultant de l'excavation totale ou partielle de strates aquifères et liés à la diminution du volume du réservoir aquifère**. Il perturberait, sans que l'on puisse donner de précisions sur l'ampleur de ces perturbations à ce stade du projet, le fonctionnement des captages d'eau en diminuant ou en annulant les débits effectivement pompés. La compensation de la diminution des performances d'un forage ou de son arrêt est très difficile car la mise en œuvre d'installations alternatives (nouveaux forages ou augmentation de la capacité de forages existant) est aléatoire.

Ces interactions avec les masses d'eau souterraine auraient également un impact sur les milieux naturels et par conséquent sur les espèces inféodées aux zones humides. Effectivement, des rabattements de nappe ou des modifications du réseau hydrique pourraient être nécessaires aussi bien de manière temporaire que permanente. Ces incidences potentielles devront faire l'objet d'études approfondies lors de la précision du projet.

Quant aux vibrations, si elles sont mal maîtrisées, elles peuvent avoir des impacts irréversibles non compensables.

Les impacts liés aux thématiques relatives à l'eau, au sol et au sous-sol engendrent surtout des **contraintes techniques à la réalisation du projet**. Certains tronçons sont nettement plus contraints que d'autres : d'une manière générale, les tronçons proches de Paris ou qui concernent directement Paris sont

fortement contraints (Villejuif - Boulogne Billancourt, Villejuif - Pleyel).

Pour les volets milieux naturels, paysage naturel et agriculture, les impacts du projet sont réduits pour un scénario souterrain. La localisation des gares et des ouvrages annexes devra être conçue de manière à limiter l'emprise sur les milieux naturels et les terres agricoles et le dérangement des espèces au niveau de secteurs à enjeux (Site Natura 2000 notamment) et à faciliter leur insertion paysagère.

☞ L'optimisation du projet, aussi bien au niveau de la prise en compte des contraintes que de celle des impacts, passe par la réalisation d'études dont le niveau de précision augmente avec le niveau de précision du projet. Les études géotechniques, hydrogéologiques et hydrologiques devront avoir une importance en rapport avec l'ampleur du projet, comme le précise le code de l'environnement au sujet de l'étude d'impact et doivent être conçues comme des assistances à la conception du projet. C'est particulièrement le cas pour assurer la stabilité à long terme de l'infrastructure et des infrastructures voisines (réseaux, tunnels, bâtiments).

---

Tableau IV.1.2 : Synthèse des impacts par tronçon pour le scénario souterrain

Thématiques	Saclay - La Défense	La Défense - Pleyel	Pleyel - Le Bourget	Le Bourget - Roissy	Le Bourget - Descartes / Noisy	Descartes/ Noisy - Villejuif	Villejuif - Pleyel	Villejuif - Orly - Saclay	Villejuif - Boulogne Billancourt
Topographie	Incidence limitée aux ouvrages annexes								
Géologie	-- (Localement)	-	-	-	-	--- (Champigny)	---	-	---
Acoustique	Incidence limitée aux bruits solidiens, potentiellement générés par les vibrations, à la ventilation des tunnels ainsi qu'aux gares et ouvrages annexes (commerces, bureaux...)								
Vibrations	--- (Localement)	-	-	-	-	-	---	--- (localement)	---
<b>Hydrogéologie</b>									
Aquifère	--	---	--	--	--	--- (Localement) (Champigny)	---	--	--- (craie, alluvions)
Forage d'eau	-	---	---	-	---	---	---	-	---
<b>Eaux superficielles</b>									
Franchissement	Incidence limitée aux ouvrages annexes								
Inondations	Incidence limitée aux ouvrages annexes								
<b>Interactions avec activités humaines</b>									
Conduites Tunnels	--- (localement)	--	--	--	--	--	--	--	--
Risques naturels	-	Pas d'incidence	-	Pas d'incidence	-- (Gypse)	Pas d'incidence	-- (Localement)	Pas d'incidence	---
Risques technologiques	Pas d'incidence	--- (Gennevilliers)	--- (Saint-Denis)	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	-- (Localement)	Pas d'incidence
Sols pollués	Pas d'incidence								
<b>Biodiversité et paysage naturel</b>									
Faune-Flore-Milieu naturel	-- (Localisé)	-	-- (Site Natura 2000)	-	-- (Localisé)	-- (Site Natura 2000)	-	-- (Localisé)	-
Paysage naturel	-	-	-	-	-- (Coteaux de l'Aulnoye, Vallée de la Marne)	-	-	-	-
Agriculture	-- (Localisé)	-	-	-	-	-	-	-- (Localisé)	-

### III.1.2 Scénario aérien/terrestre

Les cartes IV.1.2-1 à IV.1.2-9 présentent sous forme graphique la synthèse du diagnostic pour le volet EAU/SOL/SOUS-SOL.

Tableau IV.1.3 : Synthèse des impacts par tronçon pour le scénario aérien / terrestre									
Thématiques	Saclay - La Défense	La Défense - Pleyel	Pleyel - Le Bourget	Le Bourget - Roissy	Le Bourget - Descartes / Noisy	Descartes/ Noisy - Villejuif	Villejuif - Pleyel	Villejuif - Orly - Saclay	Villejuif - Boulogne Billancourt
Topographie	--- (Localement)	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	--- (Butte de l'Aulnay)	--- (Localement)	-	--- (Localement)	--- (Localement)
Géologie	-	-	-	-	-	-	-	-	--
Acoustique	---	-	-- (localement)	-	--	--	-	-- (localement)	-
Vibrations	--- (Localement)	-	-	-	-	-	-	-- (localement)	-- (localement)
<b>Hydrogéologie</b>									
Aquifère	-	-	-	-	-	--- (Champigny)	-	-	---
Forage d'eau	-	---	---	-	-	---	---	-	---
<b>Eaux superficielles</b>									
Franchissement	-- (Bièvre)	--- (Seine)	-- (Croult)	Pas d'incidence	--- (Marne)	--- (Seine / Marne)	--- (Seine)	Pas d'incidence	--- (Seine)
Inondations	-	---	Pas d'incidence	Pas d'incidence	--	---	--	Pas d'incidence	--
<b>Interactions avec activités humaines</b>									
Conduites Tunnels	-- (A86 Ouest)	-	-	-	-	-	--- (CPCU)	-	-
Risques naturels	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	--- (Gypse)	Pas d'incidence	-- (localement)	Pas d'incidence	---
Risques technologiques	Pas d'incidence	--- (Gennevilliers)	--- (Saint-Denis)	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	Pas d'incidence	--- (Localement)	Pas d'incidence
Sols pollués	Pas d'incidence	---	---	Pas d'incidence	-	---	---	---	---
<b>Biodiversité et paysage naturel</b>									
Faune-Flore-Milieus naturels	---	-- (Courneuve Seine)	-- (Sausset Poudrerie)	- (Localement)	---	-- (Localisé : Seine / Marne, APPB)	-	---	-
Paysage naturel	--- (Plateau de Saclay, Vallée de la Bièvre, Château de Versailles...)	-- (Boucle d'Asnières)	-- (Sausset Poudrerie)	-- (espaces agricoles)	--- (Coteau de l'Aulnoye, Vallée de la Marne)	-	-	-- (Vallée de l'Yvette)	--- (Coteau de Seine à Bougival)
Agriculture	--- (Plateau de Saclay)	-	-	-- (Plaine France)	-	-	-	--- (Plateau de Saclay et abords d'Orly)	-

Entre le projet aérien et le projet terrestre, seule la superficie du contact au sol est différente. Cela implique des impacts identiques pour les thématiques eau, sol, sous-sols mais bien distincts pour les thématiques faune-flore-milieux naturels et paysages naturels.

Pour la thématique eau, l'impact du projet sur les captages d'eau est du même type que celui du projet souterrain. Les aquifères touchés ne sont cependant pas forcément les mêmes et les éléments perturbants du fonctionnement des forages sont limités en profondeur. Les impacts en matière de vibrations sont également similaires au projet souterrain. La proximité des ouvrages d'ancrage et de fondation avec les ouvrages souterrains peut accentuer certains effets des vibrations.

Pour les milieux naturels, l'impact principal relevé est **l'effet d'emprise au sol** nécessaire à l'implantation du futur métro automatique et dont découle une partie importante des incidences négatives répertoriées (destruction d'habitats / d'espèces, coupure d'axes de déplacement, fragmentation du territoire, augmentation de l'artificialisation, perte de fonctionnalité écologique..). Pour le volet agricole, c'est également la consommation de terres agricoles qui ressort pour ces scénarii. Pour le volet paysage, ce sont essentiellement les effets visuels que pourront engendrer l'implantation du métro automatique qui sont à prendre en compte (covisibilité, effet de trouée, de coupure...). Au niveau du fuseau, les secteurs sensibles à ce phénomène sont les plaines agricoles et les vallées et buttes témoins (franchissement des reliefs).

L'option aérienne aura un impact moindre par rapport à l'option terrestre, du fait d'une emprise au sol irrégulière mais aura des effets indirects comme la modification des conditions stationnelles (ombrage...). Cet effet d'emprise sera plus dommageable dans les secteurs identifiés à forts enjeux écologiques.

Pour le reste, les thématiques relatives à l'eau, au sol et au sous-sol engendrent surtout des **contraintes techniques à la réalisation du projet**. Certains tronçons sont nettement plus contraints que d'autres : d'une manière générale, les tronçons proches de Paris ou qui concernent directement Paris sont fortement contraints (Villejuif - Boulogne Billancourt, Villejuif - Pleyel).

☞ L'optimisation du projet passe là encore par la réalisation d'études, lors de la précision du projet, dont l'importance est en rapport avec l'ampleur du projet (code de l'environnement).

## III.2 Conclusion

---

Le projet de métro automatique a été conçu pour être la colonne vertébrale du Grand Paris.

Il s'agit à travers cette évaluation environnementale stratégique d'accompagner sa mise en œuvre afin qu'elle ait le moins d'impact possible sur l'environnement en Ile-de-France et puisse au contraire participer à construire et à organiser le développement durable du territoire. Cette étude à travers l'état initial et la synthèse des différentes thématiques de l'environnement est un outil indispensable pour le maître d'ouvrage et les services de l'état puisqu'elle recense l'ensemble des enjeux environnementaux du fuseau d'études. La première analyse des impacts et les recommandations émises dans ce rapport sont une base de discussions et de planification pour le développement de ce projet et ont vocation à soutenir le débat public afin de permettre d'éclairer véritablement les décisions qui en seront issues.

## IV. Annexe

### IV.1 Données détaillées d'évolution de la population et de l'emploi entre 2005 et 2035 par macrozone

Macrozone	Population en 2005	Population en 2035	Différence 2005/2035	Evolution du nombre d'habitants entre 2005 et 2035 (%)	Emplois en 2005	Emplois en 2035	Différence 2005/2035	Evolution du nombre d'emplois entre 2005 et 2035 (%)
Boulogne-Issy-Clamart	553 894	660 156	106 262	19.2%	246 660	280 477	33 817	13.7%
Clichy-Montfermeil	358 993	444 363	85 370	23.8%	84 267	109 686	25 419	30.2%
Descartes	898 572	1 111 824	213 252	23.7%	332 237	455 247	123 010	37.0%
Essonne	953 169	1 037 787	84 618	8.9%	302 265	325 998	23 733	7.9%
La Défense	886 476	1 062 295	175 819	19.8%	539 215	696 498	157 283	29.2%
Le Bourget	229 561	334 150	104 589	45.6%	55 694	115 852	60 158	108.0%
Massy-Orly	230 357	288 955	58 598	25.4%	121 817	189 976	68 159	56.0%
Montreuil	543 413	609 348	65 935	12.1%	191 942	211 248	19 306	10.1%
Paris	2 162 810	2 303 852	141 042	6.5%	1 646 905	1 721 244	74 339	4.5%
Roissy - CDG	202 410	303 623	101 213	50.0%	184 205	379 283	195 078	105.9%
Saclay	155 207	213 691	58 484	37.7%	98 448	136 564	38 116	38.7%
Saint-Denis	343 576	450 948	107 372	31.3%	164 572	294 407	129 835	78.9%
Seine-et-Marne	1 188 002	1 268 163	80 161	6.7%	389 243	397 943	8 700	2.2%
Val-d'Oise	935 291	992 010	56 719	6.1%	289 447	300 564	11 117	3.8%
Versailles	566 190	686 059	119 869	21.2%	266 311	355 311	89 000	33.4%
Villejuif	247 379	321 395	74 016	29.9%	122 293	187 437	65 144	53.3%
Yvelines	978 006	1 144 691	166 685	17.0%	324 927	402 713	77 786	23.9%

Source : données INSEE 2005, projections 2035 de la Société du Grand Paris