



Métro Grand Paris

DOSSIER DES ÉTUDES

Étude Prévisions de trafic

(RATP)

SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS

Note technique

Réf. Grand Paris/Synthèse études de trafic DAT-EM-D10-5119 • V7 du 18 octobre 2010

Réseau de métro automatique du Grand Paris • Prévisions de trafic

Dans le cadre de la préparation du dossier technique de débat public sur le projet, la Mission de Préfiguration de la Société du Grand Paris (MPGP) sous l'égide du Secrétariat d'Etat au Développement de la Région Capitale (SERC), a demandé à la RATP de réaliser une étude de prévisions de trafic sur le réseau de métro automatique afin de préciser les éléments suivants :

- Estimation des niveaux de trafic attendus sur le réseau de métro automatique à l'horizon de mise en service (2025) et dix ans après (2035) et ordre de grandeur des charges dimensionnantes par ligne et par tronçon ;
- Impacts sur les comportements de déplacements des Franciliens : partage modal, choix d'itinéraires sur les transports en commun (effets de charge / décharge des réseaux pré-existants).

Cette étude de prévisions de trafic a été réalisée à l'heure de pointe du matin, période dimensionnante pour les lignes de transport en commun, à l'aide des outils de modélisation du transport de voyageurs en région Ile-de-France développés par la RATP.

Cette note s'articule en trois parties :

- Présentation du modèle GLOBAL, modèle multimodal de transport de voyageurs développé par la RATP pour la région Ile-de-France et utilisé pour les prévisions de trafic sur le réseau de métro automatique du Grand Paris ;
- Définition des hypothèses d'études fournies par la MPGP pour les horizons futurs, en matière de développement des territoires (projections de population et d'emploi), de projets d'extension des infrastructures de transport constituant la situation de référence, et de définition des lignes du réseau de métro automatique ;
- Présentation des principaux résultats de prévisions de trafic sur le réseau de métro automatique tel que défini dans le dossier de débat public.

1. *Présentation du modèle de prévisions de trafic de la RATP : le modèle GLOBAL*

La présente section est structurée en deux parties :

- Généralités sur la modélisation du transport de voyageurs et les contextes dans lesquels elle est utilisée ;
- Présentation de l'outil de la RATP, le modèle GLOBAL.

1.1 *Le recours à la modélisation*

La planification des infrastructures de transports nécessite une connaissance fine des comportements de déplacements au sein du territoire concerné. Les prévisions de trafics, qu'elles portent sur une nouvelle infrastructure ou sur les lignes du réseau déjà existant, font généralement appel à des outils de modélisation qui visent à reconstituer les choix de mobilité des individus face à l'offre de transport qui leur est proposée.

1.1.1 *Les objectifs de la modélisation*

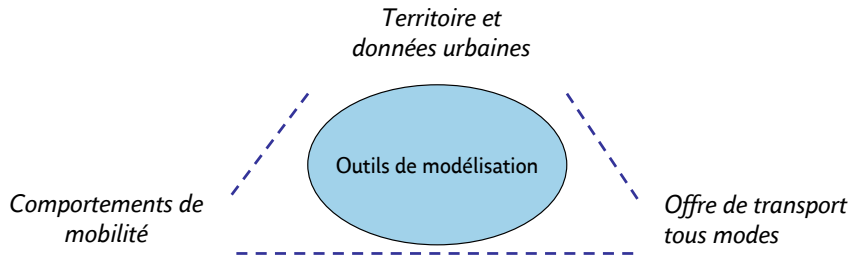
L'utilisation des outils de modélisation permet d'alimenter les réflexions en matière d'organisation des déplacements et d'aménagement du territoire. Ces analyses de déplacements répondent à divers besoins :

- Appréciation de la demande globale de déplacements, en volume et en structure ;
- Conception et dimensionnement des réseaux ;
- Prévision des modifications générées par une nouvelle infrastructure ;
- Evaluation socio-économique et rentabilité financière des projets.

La capacité d'un modèle à répondre à ces objectifs s'apprécie selon deux dimensions distinctes mais complémentaires. D'une part, il est nécessaire que le modèle puisse reconstituer avec une précision suffisante les comportements de mobilité observés en situation actuelle (« calage » du modèle) ; d'autre part, dans le cadre d'une simulation, ce modèle doit restituer des variations de flux cohérentes avec les variations imposées des déterminants de la mobilité sur le secteur d'études (« élasticités » du modèle).

1.1.2 Les principes de simplification d'un modèle

La modélisation relève d'une démarche de schématisation consistant à mettre en relation les variables décrivant la ville, ses réseaux de transport et les comportements des individus afin de reproduire les processus de mobilité dans l'agglomération étudiée. La reconstitution des déplacements sur une agglomération nécessite la description de trois systèmes en interaction :



Un modèle de prévisions de trafic s'appuie sur un découpage du territoire d'étude en zones élémentaires. La finesse de ce découpage doit être adaptée aux types de déplacements que l'on cherche à modéliser. Dans le cadre des études de transport urbain, les zones sont définies sur un maillage infracommunal. Chacune d'elles possède des caractéristiques liées notamment à l'urbanisme (nombre d'habitants, volume d'emplois, présence d'équipements publics...) et à la population résidente (taux de chômage, nombre de véhicules par ménage...). Ces informations vont permettre d'estimer le nombre de déplacements émis et attirés par chaque zone. Selon le principe de schématisation d'un modèle, l'ensemble des entrées et sorties d'une zone sont localisées en un point appelé le centroïde de zone.

Les réseaux (voirie et transports collectifs) sont représentés dans le modèle selon leurs caractéristiques physiques et fonctionnelles afin de restituer au mieux la diversité de l'offre de transport. Ces caractéristiques englobent notamment les temps de parcours, les temps d'attente et de correspondance pour les transports en commun, le temps de recherche d'une place de stationnement pour les utilisateurs d'une voiture particulière, etc. Ces composantes élémentaires d'un temps de parcours « porte à porte » sont pondérées selon la pénibilité ressentie par les voyageurs, et transformées en un coût monétaire via la notion de valeur du temps, de manière à les rendre sommables au sein d'une fonction de coûts qui agrègera également le coût du titre de transport, ou celui du stationnement. Cette représentation de l'offre de transport permet par exemple de prendre en compte la différence de pénibilité entre l'attente d'un train à quai, perçue comme désagréable, et une même durée passée à bord du train, mieux perçue par les voyageurs ; on passe d'une notion de temps « physique » à une notion de temps « généralisé ».

L'étude des comportements de mobilité des individus va mettre en évidence les particularités les plus à même de caractériser les déplacements sur le territoire considéré. Ces comportements sont observés au travers des enquêtes ménages, menées par interviews au domicile des individus. Dans le cas de l'Ile-de-France, ces enquêtes sont appelées Enquêtes Globales Transport (EGT) ; elles ont lieu tous les dix ans environ. Ces enquêtes renseignent sur les caractéristiques des individus (âge, occupation, motorisation...) et sur leurs pratiques de déplacements un jour de semaine (nombre de déplacements, motif du déplacement, mode choisi, temps et longueur de parcours, horaire...) ; il est ainsi possible d'analyser les déterminants des choix en matière de mobilité (choix de se déplacer à un horaire donné, choix d'un mode donné...) et de connaître les principales caractéristiques des déplacements actuels sur un territoire et une période horaire donnés (longueurs moyennes des déplacements, période horaire maximisant le nombre de déplacements...). Le suivi de ces indicateurs va contribuer à valider la capacité du modèle à reconstituer les comportements de mobilité actuels.

Les prévisions de trafic portent sur une période horaire particulière, à définir en fonction des objectifs poursuivis. Certains modèles étudient l'ensemble des déplacements sur une journée type (hors vacances scolaires), tandis que d'autres se limitent à une période plus restreinte, généralement l'heure de plus forte affluence (dimensionnement des réseaux). Dans le cas des transports en commun, la période privilégiée est l'heure de pointe du matin.

1.1.3 Les limites de la modélisation

La modélisation des déplacements présente certaines limites inhérentes au processus de schématisation ou à l'incertitude sur les données d'entrée disponibles.

- Les outils de modélisation utilisés pour estimer des niveaux de trafic d'une infrastructure à un horizon futur sont calés sur l'observation des comportements de mobilité actuels. Ils posent donc implicitement l'hypothèse d'une relative stabilité :
 - De ces comportements : il est par exemple difficile de prévoir l'impact d'une modification profonde des rythmes de vie (généralisation du télétravail) ou d'une large prise de conscience des enjeux environnementaux (volonté de choisir les modes les plus respectueux de l'environnement) ;
 - Des conditions et du contexte dans lesquels se font les déplacements ; il est par exemple difficile d'estimer l'impact de politiques de transports en rupture avec celles à l'œuvre au moment des enquêtes-ménages (ex : réduction drastique de l'offre de stationnement dans une ville) ou de mesurer les conséquences d'une très forte hausse du prix de l'énergie. La variation des paramètres de choix doit en effet se faire dans une fourchette qui ne doit pas être trop large par rapport aux valeurs actuelles.

Des outils de modélisation spécifiques peuvent être développés pour de tels questionnements mais ils ne permettent pas de faire de prévisions au niveau d'une infrastructure donnée ; ils donnent généralement des grandes tendances en termes d'équilibre entre modes au niveau d'une agglomération et d'utilisations par type de réseau (modes ferrés, bus et tramway). Le modèle IMPACT de la RATP appartient à cette famille de modèles et permet de tester l'impact de politiques de transport.

- Les prévisions de trafic réalisées pour une situation future reposent sur des données d'entrée qui portent notamment sur le développement urbain et la définition des offres de transport futures, autant d'éléments qui peuvent être le résultat de simulations (outils de modélisation démographique par exemple) ou avoir été définies par hypothèse (mise en service de projets de référence). L'incertitude sur ces données d'entrée se répercute naturellement sur les résultats obtenus en sortie du processus de modélisation. Il convient donc de considérer toute prévision de trafic avec précaution en gardant bien en tête les hypothèses retenues en entrée. Les résultats peuvent en effet être modifiés de manière plus ou moins significative si les projections urbaines ont été sous- ou sur-estimées, ou encore si un projet pris en compte dans l'évolution des infrastructures de transport n'est finalement pas mis en service à l'horizon considéré.

1.2 Présentation du modèle GLOBAL, outil de prévisions de trafic de la RATP

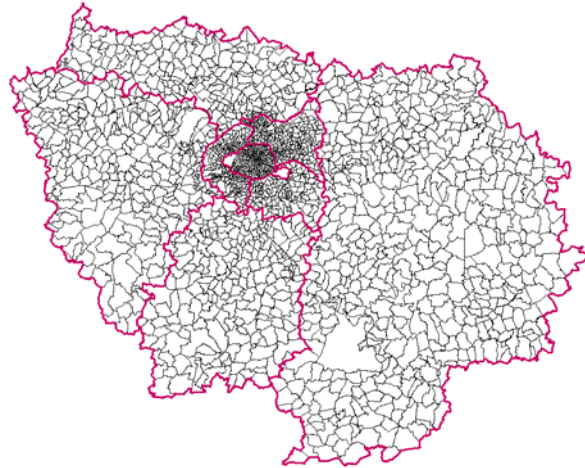
Le modèle de prévisions de trafic de la RATP, dit « modèle GLOBAL », est un modèle de transport de voyageurs classique à quatre étapes, agrégé, multimodal et développé spécifiquement pour la région Ile-de-France. La version 8 de cet outil a été utilisée pour les études sur le réseau de métro automatique du Grand Paris ; il s'agit de la version la plus récente d'un outil développé entièrement en interne à la RATP, sur la base d'un savoir-faire acquis dans le domaine de la modélisation durant plusieurs décennies.

Les paragraphes suivants présentent les principales caractéristiques du modèle GLOBAL : bases de données utilisées en entrée du modèle, architecture du modèle, type de résultats pouvant être obtenus en sortie.

1.2.1 Description des bases de données utilisées par le modèle GLOBAL : territoire et offre de transport

Zonage d'étude

Le découpage territorial de base utilisé dans le modèle GLOBAL comporte environ 2 300 zones couvrant l'intégralité de l'Ile de France :



La taille des zones tient compte de la nature des activités, de la précision à laquelle les données urbaines sont disponibles et de la densité d'offre de transport sur le secteur considéré. A ce titre, on notera qu'aucune zone ne contient plus d'un arrêt du réseau lourd RATP ou SNCF et que le niveau de finesse des zones augmente avec la densité urbaine. Par ailleurs, les limites des zones du modèle GLOBAL sont cohérentes avec les découpages à l'îlot, à l'IRIS et à la commune de l'INSEE. Cela permet de connaître précisément les caractéristiques urbaines de chacune des zones. Enfin, la position des centroïdes a été définie manuellement sur la totalité des zones grâce à la connaissance du tissu urbain développée par les urbanistes de la RATP.

1.2.2 Description de l'offre de transport : transport en commun (TC) et voiture particulière (VP)

Le modèle GLOBAL de la RATP intègre les réseaux de transports collectifs suivants : RER RATP et SNCF, Transilien, Métro, Tramway, Bus Paris / Banlieue + Optile¹. Les informations associées aux réseaux TC comportent :

- Le tracé, les points d'arrêt et un certain nombre de variables représentant les niveaux de service des 1 600 lignes (fréquence, temps de parcours sur chaque tronçon, temps d'accès aux quais depuis la voirie...) ;
- Les temps de correspondance de quai à quai au sein des pôles d'échanges ;
- Les connecteurs (distance et durée du rabattement), reliant le centroïde d'une zone aux points d'arrêt du réseau de transport en commun. Ces connecteurs représentent le temps moyen nécessaire pour rejoindre l'arrêt du réseau TC au site d'activité initial / final du voyageurs (domicile, bureaux, commerce...).

Le réseau de voirie modélisé est le réseau utilisé par la Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France (DREIF) dans le cadre de ses propres travaux de modélisation. Ce réseau comprend les boulevards, avenues, rues principales de Paris, ainsi que les autoroutes, nationales et principales départementales en banlieue. Les données descriptives comportent :

- Le tracé et le type de voirie ;
- Les informations associées aux 27 000 tronçons de voirie entre les carrefours principaux (longueur, nombre de voies, sens de circulation, temps de parcours, vitesse de parcours, débit). Ces vitesses et temps de parcours sont donnés « à vide » et « en charge », c'est-à-dire qu'ils tiennent compte de l'encombrement de la voirie à la période d'affluence du matin.
- Les connecteurs (distance et durée du rabattement) reliant le centroïde d'une zone aux nœuds du réseau de voirie.

1.2.3 Données socio-économiques

Les données de comportement de mobilité utilisées pour construire le modèle sont issues de l'Enquête Globale Transports de 2001 (EGT2001). Cette enquête a recueilli les informations concernant les déplacements de 23 000 personnes de 6 ans et plus résidant en Ile-de-France au cours d'un jour ouvrable hors vacances scolaires. Cette enquête réalisée durant l'hiver 2001-2002 est la plus récente en Ile-de-France ; une nouvelle EGT est en cours de réalisation pour une exploitation au mieux à partir de fin 2011.

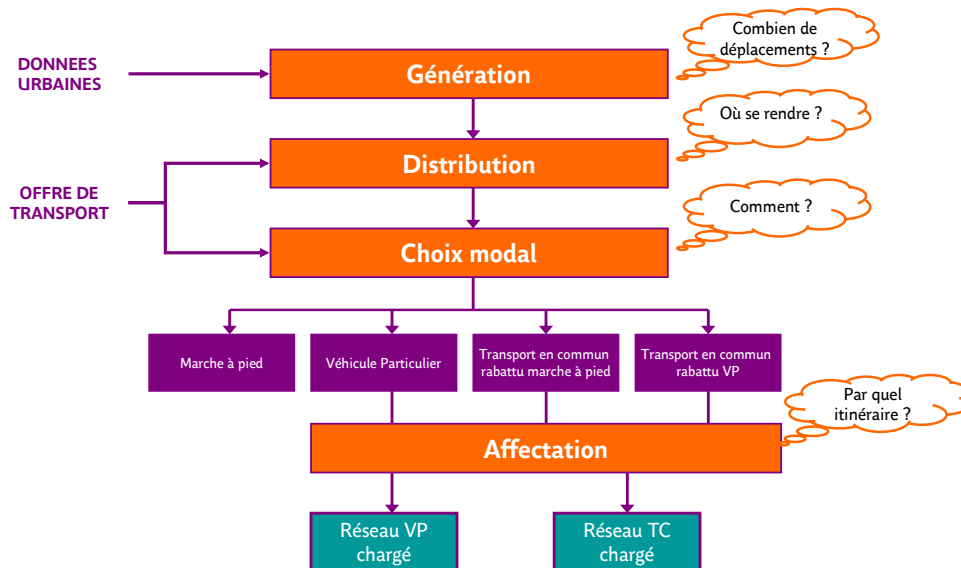
Le modèle de la RATP utilise également d'autres données socio-économiques :

- Recensement Général de la Population INSEE 2006 :
 - Populations par tranche d'âge et activité à l'IRIS
 - Matrices des migrations alternantes Domicile – Travail et Domicile – Ecole 2006
- Mode d'Occupation des Sols 2003 (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme ÎdF) ;
- Estimation des places offertes par établissement scolaire ou universitaire (collèges, lycées, enseignement supérieur).

¹ L'offre de transport des bus de banlieue n'est que partiellement représentée : certains bus appartenant au réseau OPTILE, essentiellement en grande couronne, ne sont pas codés faute de données disponibles.

1.2.4 Architecture du modèle

Le modèle de la RATP appartient à la famille des modèles séquentiels à quatre étapes, dont l'usage est largement répandu dans les études de transport en France comme à l'international.



Chaque déplacement régional peut être décomposé à l'aide des quatre étapes successives suivantes :

- L'étape de génération détermine, à l'horizon considéré et pendant la période horaire choisie, l'ensemble des émissions et des attractions de chacune des zones à l'intérieur de l'aire d'étude.
- L'étape de distribution répartit la demande émise vers les destinations, en déterminant les flux de zone à zone.
- Le partage modal est l'étape au cours de laquelle les flux origine – destination des déplacements sont répartis selon le mode de transport utilisé pour se rendre d'une zone à une autre, parmi lesquels : les modes doux (la marche à pied et le vélo), les transports collectifs et la voiture particulière. Le modèle prend en compte la possibilité de se rabattre en voiture sur certaines gares pour prendre un mode ferré.
- L'étape d'affectation consiste à assigner le flux sur un itinéraire particulier. Dans le cadre du modèle GLOBAL de la RATP, seule l'affectation sur le réseau TC a fait l'objet d'un calage ; l'affectation sur le réseau VP peut quant à elle être utilisée au travers de grands indicateurs (variation des voyageurs.kilomètres par exemple).

1.2.5 Les points marquants du modèle RATP

Le modèle GLOBAL de la RATP est en constante évolution depuis sa création, dans les années 1970 ; il a récemment fait l'objet de traitements particuliers afin de fiabiliser les résultats produits, notamment dans la perspective de projets majeurs tels que celui du réseau de métro automatique du Grand Paris.

- Les données urbaines les plus récentes disponibles, issues du Recensement Général de la Population 2006, ont été intégrées dans le modèle (étapes de génération et de distribution).
- La demande de transport à l'heure de pointe du matin a été segmentée en quatre groupes de déplacements, réunis par affinité sur des critères de distance de déplacement et de comportement de choix modal. Cette segmentation permet une meilleure reconstitution locale des déplacements, notamment pour les flux en lien avec les établissements d'enseignements ou les pôles d'activités (ex : La Défense)

- Les déplacements émis ou attirés via les gares TGV ou les aéroports et empruntant le réseau de TC régional ont fait l'objet d'un traitement ad hoc, sur la base d'enquêtes terrain. Ils sont ajoutés aux déplacements régionaux issus du processus de modélisation et pris en compte au moment de l'étape d'affectation.
- Une fonctionnalité nouvelle, appelée « module gravitaire », a été implémentée dans la dernière version du modèle. Elle permet de prendre en compte une part de l'interaction entre la création de réseaux impactant fortement les temps d'accès d'un point à un autre et la structure des déplacements, via une réallocation des couples origine - destination entre zones. Ceci permet d'une part de pallier l'absence de données récentes sur la mobilité francilienne et ses déterminants, et d'autre part d'estimer le surplus des déplacements échangés entre deux territoires dont la desserte est améliorée par la mise en service d'une nouvelle infrastructure. Ce module gravitaire est particulièrement utile dans le cadre du projet Grand Paris, qui va modifier en profondeur les temps de parcours entre différents pôles d'activité majeurs en Ile-de-France.
- A l'étape d'affectation sur le réseau TC, un outil statistique intervient pour répartir les flux d'une même liaison Origine – Destination sur différents itinéraires concurrents. Ce traitement permet de tenir compte des nombreuses possibilités de correspondances offertes par la densité élevée de l'offre de transport en commun en Ile-de-France.

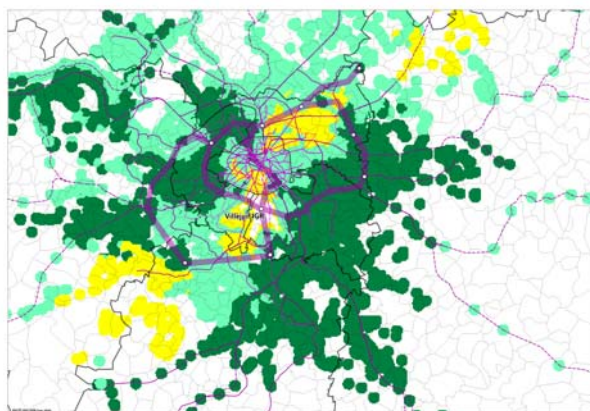
1.2.6 Exploitation des résultats

De nombreux traitements peuvent être effectués avec les outils de modélisation de la RATP et leurs bases de données pour mesurer les impacts d'un projet de transport et ainsi contribuer à son évaluation.

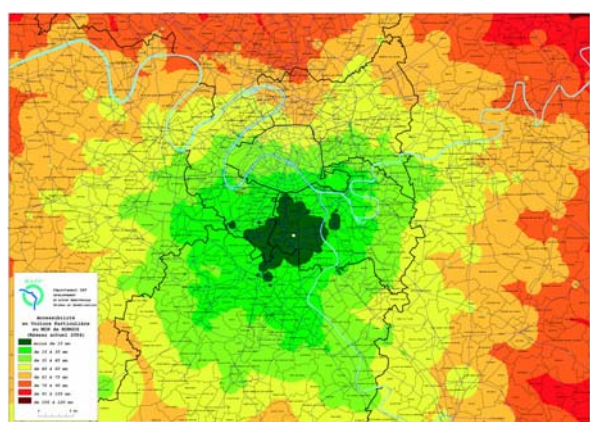
Indicateurs de trafic à l'heure de pointe du matin, période de modélisation :

- Utilisations d'une ligne ou d'un réseau TC : nombre de voyageurs empruntant une ligne ou un réseau, avec identification des stations de montée / descente et du mode choisi pour rejoindre ou quitter cette station.
- Serpent de charge et charge maximale d'une ligne : à l'issue de l'étape d'affectation, il est possible de cumuler le nombre de voyageurs ayant emprunté chaque interstation d'une ligne sur l'heure de pointe du matin. Ces résultats permettent en particulier de déterminer quelle interstation est la plus fréquentée à l'heure de pointe du matin et ainsi d'éclairer la question du dimensionnement du système de transport et du parc de matériel roulant.
- Parts modales TC / VP : à l'issue de l'étape de choix modal, les flux de déplacements sont répartis par mode pour chacune des liaisons origine – destination du modèle, ce qui permet d'appréhender les choix de mode sur un secteur géographique déterminé. Ces analyses sont utiles dans le cadre de comparaisons entre les situations avec et sans le projet d'infrastructure.
- Données d'entrée pour les évaluations socio-économiques : les résultats du modèle permettent la production des indicateurs nécessaires pour la réalisation des évaluations socioéconomiques et environnementales des projets d'infrastructures nouvelles de transport en commun : reports modaux, gains de temps, kilomètres parcourus par mode, structure tarifaire des déplacements (répartition des voyageurs entre zones Carte Orange).

Exemples de sorties graphiques :



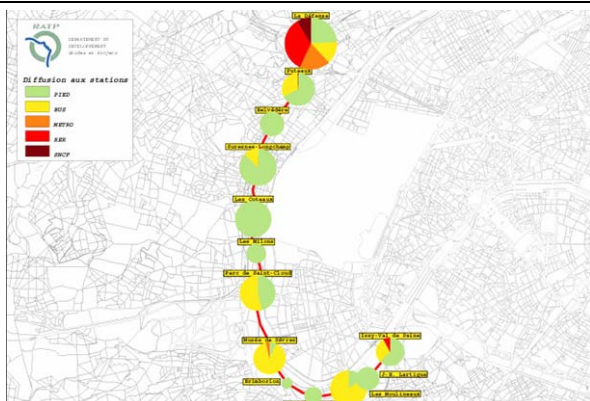
La carte ci-contre met en évidence les gains de temps offerts aux voyageurs par la mise en service du réseau de métro automatique pour un déplacement dont la destination est située au voisinage de l'Institut Gustave Roussy à Villejuif.



La carte ci-contre permet d'estimer la qualité de la desserte d'un territoire, en calculant la durée nécessaire pour atteindre chaque zone de l'Ile-de-France à partir d'un lieu ponctuel (dans l'exemple, chaque plage colorée représente une classe de temps d'accès au MIN de Rungis, pour le mode Voiture Particulière).



Le schéma ci contre illustre pour chaque tronçon du réseau de métro le nombre de voyageurs voyageant debout par m² à l'heure de pointe du matin. Ce type de représentation est utilisé pour identifier les situations de saturation.



Les diagrammes circulaires du schéma ci-contre représentent, pour chaque station du tramway T2, le mode de transport emprunté (estimation modèle GLOBAL avant mise en service de l'infrastructure) par les voyageurs quittant le tramway pour rejoindre leur destination finale

1.2.7 Références

Le modèle GLOBAL de la RATP a été initialement développé pour effectuer les prévisions de trafic nécessaires aux schémas de principe des projets d'infrastructures ferrées de la RATP (prolongements de lignes ou nouvelles lignes de métro et de RER). Les objectifs étaient de prévoir le dimensionnement des infrastructures et d'apporter les éléments nécessaires à l'établissement des bilans sociaux économiques et des bilans financiers.

Il a fait l'objet d'un processus continu d'amélioration depuis les premières versions mises en service durant les années 1970, permis par :

- La proximité entre les équipes de développement de l'outil et les équipes d'étude en planification des transports, utilisatrices de l'outil ;
- Une connaissance du territoire francilien sur le plan de l'urbain et de la mobilité, confortée par le déploiement des Agences de Développement Territorial ;
- Un accès privilégié aux données de mobilité et d'observation des trafics.

Le modèle GLOBAL a été utilisé dans le cadre des évaluations de projets de transports en commun inscrits aux différents Contrats de Plan / Projets Etat-Région. Ses performances ont été démontrées à plusieurs reprises depuis plus de trente ans (prolongements des lignes 1, 13 et T1, mise en service des lignes M14, T2 et T3...).

Depuis 2005, l'obtention de la certification ISO 9001 est venue conforter le processus d'amélioration continue de nos outils de modélisation. Pour information, cette certification fixe l'objectif d'un écart de $\pm 20\%$ entre les prévisions réalisées en phase amont (étape de Schéma de Principe) et les niveaux de trafic observés après la mise en service du projet. Les prolongements ou créations de lignes mis en service depuis 2005 ont tous répondu à cette exigence.

2. Prévisions de trafic sur le réseau de métro automatique du Grand Paris : hypothèses d'études

Les données d'entrée nécessaires à la réalisation des prévisions de trafic sont de deux types :

- Les données relatives à la demande de transport ; il s'agit des projections en matière d'emploi et de population qui déterminent les flux internes à l'Ile-de-France et des niveaux de trafic des aéroports et des gares TGV / « Grandes Lignes » qui déterminent les flux d'échange avec l'Ile-de-France.
- Les données relatives à l'offre de transport qui précisent la configuration et les niveaux de service des réseaux routiers et de transport en commun à l'horizon des prévisions.

Ces données d'entrée déterminent les résultats de trafic et de charge obtenus par l'utilisation des outils de modélisation du trafic.

2.1 La demande de transport

Le modèle de prévisions de trafic de la RATP fonctionne sur la base de matrices de déplacements traduisant les flux internes à l'Ile-de-France à l'heure de point du matin (période dimensionnante pour les lignes de transport en commun). La structure de ces matrices repose sur les migrations alternantes du Recensement Général de la Population (RGP) de 2006 (INSEE) et sur la mobilité de l'Enquête Globale de Transport (EGT) de 2001. Les projections urbaines à l'horizon du projet sont prises en compte pour déformer ces matrices et pour déterminer les volumes de déplacements. De plus, l'amélioration de l'accessibilité induite par l'évolution de l'offre de transport est traduite par une redistribution des liaisons origine – destination (effet « gravitaire »).

Les flux d'échange de l'Ile-de-France (flux interrégionaux ou internationaux) sont pris en compte au travers d'une estimation des déplacements réalisés en transport en commun depuis/vers les gares TGV / « Grandes lignes » et les aéroports (principe d'une injection de trafic).

2.1.1 Description des données d'entrée : projections urbaines

Les projections urbaines au niveau communal

Le projet de développement du Grand Paris s'appuie sur un scénario de stimulation forte de la croissance par l'innovation d'une part, par la croissance de la population et spécifiquement de la population active d'autre part (afflux plus important, réduction des départs de la région). Les principaux objectifs chiffrés officiellement annoncés sont les suivants :

- Création de 800 000 à un million d'emplois dans l'ensemble de la région Ile-de-France ;
- Création annuelle de 70 000 logements dans l'ensemble de la région, pour satisfaire au renouvellement du parc, au développement économique projeté et à l'équilibre social de la région.

En hypothèse haute, le SERC prévoit donc :

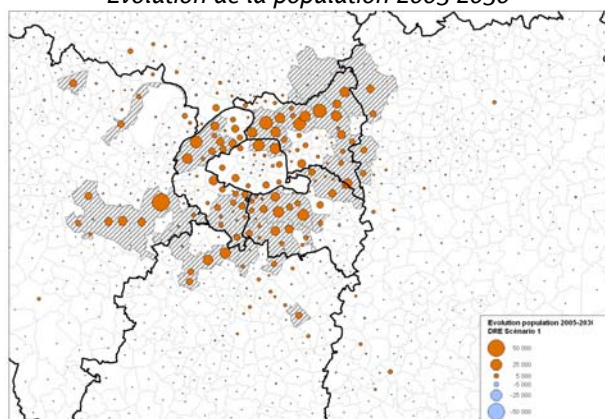
- Un accroissement de l'emploi de + 1 million (dont + 960 000 dans les territoires de projet) ;
- Un accroissement de la population active de + 900 000 ;
- Un accroissement de la population totale de + 1,5 million (dont + 1 065 000 dans les territoires de projet).

Ces éléments de cadrage ont été déclinés par le SERC au niveau des territoires de projets du Grand Paris puis répartis au niveau communal par la DREIF à l'aide de ses outils de prévisions démographiques. La RATP a pris en compte ces données d'entrée en indiquant à la MPGP qu'elles correspondaient à des hypothèses de développement différentes de celles figurant dans les éléments dont elle dispose par ailleurs.

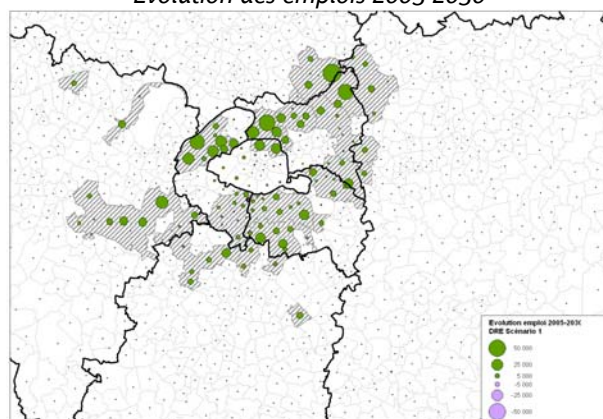
Le tableau et les deux cartes ci-dessous présentent les données de cadrage ainsi que les évolutions de population et emploi entre 2005 et 2030 au niveau communal, tels qu'ils nous ont été transmis par la MPGP. Ces évolutions ont été validées par le SERC. Elles illustrent la très forte concentration des évolutions dans les territoires de projet (71% de la population et 96% des emplois).

	Situation 2005			Croissance 2005-2030		
	Emploi	Pop	Pop active	Emploi	Pop	Pop active
Pôle Roissy-Villepinte-Tremblay	167 000	176 000	88 000	160 000	60 000	20 000
Pôle Le Bourget / Clichy-Montfermeil	110 000	443 000	211 000	70 000	170 000	51 000
dont secteur Le Bourget	45 000	178 000	86 000	50 000	85 000	25 000
dont secteur Clichy-Montfermeil	65 000	265 000	125 000	20 000	85 000	26 000
Pôle Plaine Saint-Denis	285 000	644 000	343 000	150 000	130 000	32 000
Pôle La Défense	461 000	564 000	294 000	160 000	120 000	73 000
Pôle Noisy-le-Grand	138 000	443 000	229 000	70 000	80 000	48 000
Pôle Saclay	281 000	429 000	221 000	130 000	190 000	80 000
Vallée des biotechnologies	365 000	913 000	468 000	100 000	190 000	85 000
Pôle Orly-Rungis	133 000	242 000	124 000	90 000	75 000	43 000
Seine Aval	57 000	147 000	70 000	30 000	50 000	26 000
Total pôles	1 997 000	4 001 000	2 048 000	960 000	1 065 000	458 000
Communes hors pôles	3 363 000	7 432 000	3 822 000	40 000	435 000	99 000
Total Ile-de-France	5 360 000	11 433 000	5 870 000	1 000 000	1 500 000	557 000
Ratio emploi / population		0,47			0,49	
Taux d'emploi		0,91			0,99	

Evolution de la population 2005-2030



Evolution des emplois 2005-2030



Mise en forme des données pour la modélisation

La matrice des déplacements régionaux à l'heure de pointe du matin est élaborée sur la base d'un zonage infra-communal qui est utilisé par les outils de modélisation (environ 2 300 zones pour le modèle GLOBAL de la RATP). La projection de cette matrice à un horizon futur suppose de disposer des projections des données urbaines au niveau du zonage. L'éclatement infra-communal des données urbaines au niveau du zonage a été réalisé par la DREIF.

2.1.2 Flux liés aux gares Grandes Lignes et aéroports

Le réseau de métro automatique dessert les aéroports de l'Ile-de-France ainsi que plusieurs gares Grandes Lignes déjà existantes ou envisagées (Bibliothèque François Mitterrand, Orly, Pleyel). La prise en compte des flux de rabattement / diffusion empruntant les transports en commun vers / depuis ces points est donc importante pour une plus grande qualité des prévisions de trafic.

Le modèle GLOBAL de la RATP intègre une estimation des déplacements en transport en commun générés par les gares TGV / « Grandes Lignes » et les aéroports pour la situation actuelle 2005-2006, à l'heure de pointe du matin. La matrice de flux ainsi estimée est directement affectée sur le réseau de transport en commun.

La MPGP a transmis à la RATP des données fournies par ADP et RFF qui précisent les trafics annuels aux horizons actuel et futur (2030) pour les aéroports, les gares Grandes Lignes existantes (gares parisiennes ainsi que Roissy, Marne-la-Vallée et Massy TGV) et les nouvelles gares Grandes Lignes envisagées (Bibliothèque François Mitterrand, Orly et Pleyel) :

- Pour les aéroports et les gares existantes, ces éléments ont été utilisés pour l'estimation de taux de croissance des trafics qui ont ensuite été appliqués aux déplacements de rabattement / diffusion en transports en commun générés en situation actuelle pour l'HPM. Cela suppose que la structure du trafic (passage année/jour/heure de pointe) et la part modale des TC sont inchangées, ce qui peut constituer une hypothèse forte. Il est en effet probable que ces caractéristiques soient modifiées avec l'amélioration de desserte que constitue le réseau de métro automatique du Grand Paris vis-à-vis de ces aéroports et de ces gares.
- Pour les nouvelles gares, une estimation a été proposée pour l'HPM par analyse des flux sur les gares présentant un niveau de trafic annuel similaire.

2.2 L'offre de transport routière

Les hypothèses d'évolutions des infrastructures routières ont été posées par la DREIF. La configuration du réseau est la même aux deux horizons 2025 et 2035.

Les temps de parcours sur le réseau routier à l'heure de pointe du matin ont été calculés par la DREIF à partir de ses outils de modélisation. Ils tiennent compte du niveau de trafic routier et diffèrent donc en fonction de l'horizon des projections urbaines (2025 ou 2035) et de l'offre de transport en commun (situation de référence ou de projet). La DREIF a donc fourni en tout quatre réseaux routiers chargés : situations de référence et de projet pour chacun des horizons 2025 et 2035.

On notera en particulier que les réseaux routiers correspondant à l'horizon 2035 sont plus chargés que ceux correspondant à l'horizon 2025 en raison de la croissance de la population et de l'emploi et que les réseaux routiers correspondant aux situations de projet sont moins chargés que les réseaux routiers correspondant aux situations de référence en raison du report vers les transports en commun d'une partie des usagers de la voiture particulière.

2.3 *L'offre de transport en commun en situation de référence*

Le réseau de transports en commun utilisé pour les prévisions de trafic correspond au réseau réel de l'hiver 2008/2009 renforcé d'une part par des évolutions des niveaux de service de plusieurs lignes et d'autre part par de nouvelles infrastructures.

De même que pour le réseau routier, il a été convenu avec la MGP et le SERC qu'une seule situation future des réseaux de transport en commun serait définie pour les horizons 2025 et 2035 alors que le développement urbain se poursuit. Cette hypothèse est particulièrement forte et limite l'analyse en termes de risques de saturation des réseaux.

2.3.1 *Evolution des niveaux de service sur le réseau ferré*

Le scénario d'offre de référence prend en compte les principales évolutions de niveaux de service des modes ferrés à l'heure de pointe du matin (période de modélisation). Cela concerne principalement les schémas directeurs des RER :

- **RER B - schéma directeur Nord+** qui prévoit l'amélioration de la desserte au nord (entre La Plaine Stade de France et Le Blanc-Mesnil) ;
- **RER C - schéma directeur horizon 2017** qui prévoit entre autres la création d'une mission au quart d'heure omnibus entre Avenue Henri Martin et Ermont-Eaubonne, le renforcement de la desserte des gares localisées entre Austerlitz et Brétigny-sur-Orge et une restructuration de la desserte au Sud avec la mise en service du tram-train Massy-Evry ;
- **RER D - schéma directeur du scénario cible au-delà de 2020** qui prévoit le renforcement de la desserte des gares localisées entre Villeneuve St Georges et Villiers-le-Bel, la mise en place de missions Melun – Gare de Bercy (directes entre Juvisy et Bercy), la création d'une mission Melun – Stade de France, la fermeture de la gare de Villeneuve Prairie et l'ouverture de la gare Val de Pompadour. Le schéma directeur est par ailleurs complété par le projet de liaison ferrée entre Villiers-le-Bel et Parc des Expositions (barreau de Gonesse).

Par ailleurs, la MGP a indiqué que l'offre ferrée devait être renforcée au droit des points de correspondance avec le réseau de métro automatique suivants :

- RER : arrêt systématique des RER B en gare d'Arcueil-Cachan et des RER C en gares de Vitry-sur-Seine et des Ardoines (sauf semi-directs St Martin d'Etampes / Dourdan – Gare d'Austerlitz) ;
- Transilien : arrêt des trains du groupe H en gare de Pleyel – Saint-Denis.

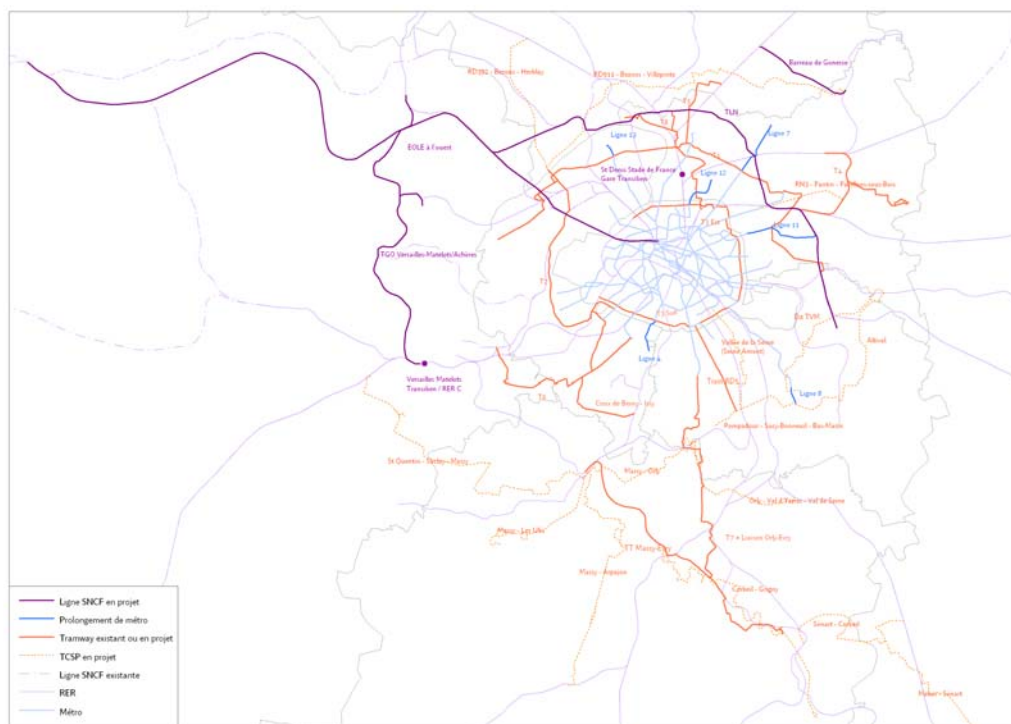
Enfin, une gare supplémentaire est créée sur le RER C à Versailles-Matelots. Celle-ci est desservie par toutes les lignes Transilien et RER C qui y passent.

2.3.2 Nouvelles infrastructures de transport en commun

Le scénario de référence défini par la MGP et validé par le SERC repose sur les principes suivants :

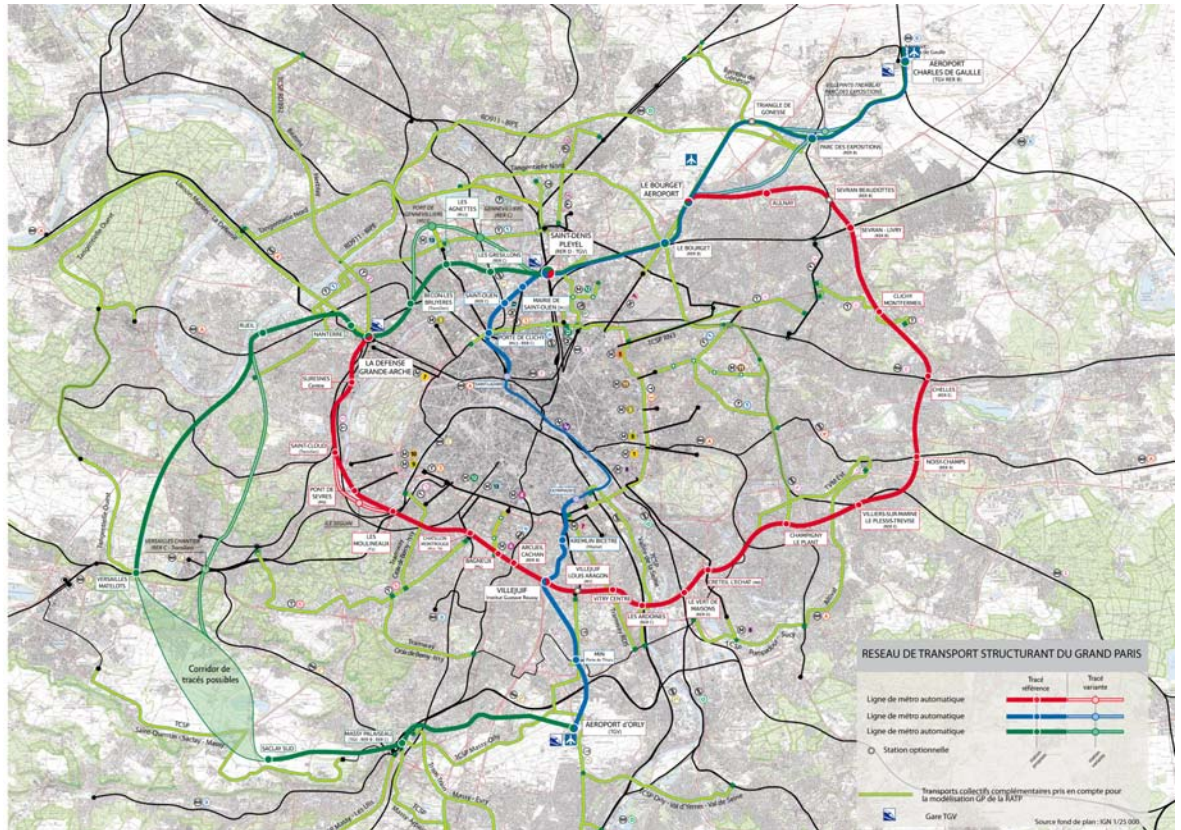
- Prise en compte de l'ensemble des projets financés en travaux dans le CPER 2007-2013 avec les restructurations bus associées quand elles sont connues ;
- Prise en compte des projets inscrits au Plan de Mobilisation (hors Arc Express et prolongement de la ligne 14 à Mairie de Saint-Ouen qui est intégré au réseau de métro automatique) ;
- Prise en compte de projets complémentaires figurant dans le schéma de principe du réseau du Grand Paris tel que proposé par le SERC en avril 2009.

La carte ci-après et le tableau en annexe présentent la liste des projets pris en compte.



2.4 Définition du réseau de métro automatique

Le tracé et les stations du réseau de métro automatique ont été définis par le SERC. Ils sont représentés sur la carte suivante :



La ligne bleue est un prolongement de la ligne 14 actuelle à Orly au sud et Roissy au nord ; elle présente un terminus intermédiaire au niveau de Pleyel.

Ligne bleue	Sans stations optionnelles	Avec stations optionnelles
Longueur (km)	49	49
Temps de parcours (min)	52	54
Vitesse commerciale (km/h)	57	56
Nombre de stations	21	22
Interstation moyenne (km)	2,5	2,3
Fréquence HPM	Orly - Pleyel : 42 Pleyel - Roissy : 21	
Capacité théorique HPM à quatre voyageurs par m ²	Orly - Pleyel : 40 320 Pleyel - Roissy : 20 160	

La ligne verte offre également une liaison Orly – Roissy, mais en rocade par l'ouest en desservant le plateau de Saclay, Versailles et le pôle Défense ; la ligne verte est en tronc commun avec la ligne bleue entre Pleyel et Roissy et présente un terminus intermédiaire au niveau de Versailles.

Ligne verte	Sans stations optionnelles	Avec stations optionnelles
Longueur (km)	76	76
Temps de parcours (min)	63	65
Vitesse commerciale (km/h)	74	72
Nombre de stations	15	17
Interstation moyenne (km)	5,5	4,8
Fréquence HPM	Orly - Versailles : 10 Versailles - Roissy : 21	
Capacité théorique HPM à quatre voyageurs par m ²	Orly - Versailles : 9 600 Versailles - Roissy : 20 160	

La ligne rouge est une ligne de rocade entre La Défense et Le Bourget.	Ligne rouge	Sans stations optionnelles	Avec stations optionnelles
	Longueur (km)	60	60
	Temps de parcours (min)	59	61
	Vitesse commerciale (km/h)	62	60
	Nombre de stations	21	23
	Interstation moyenne (km)	3,0	2,7
	Fréquence HPM	36	36
	Capacité théorique HPM à quatre voyageurs par m ²	34 560	34 560
Les caractéristiques du réseau présentées ci-contre sont calculées sans double compte et en tenant compte de la ligne 14 actuelle.	Réseau complet	Sans stations optionnelles	Avec stations optionnelles
	Longueur (km)	164	164
	Nombre de stations	48	52

Remarques :

- Hors ligne 14 actuelle, le réseau du Grand Paris présente une longueur d'infrastructures nouvelles exploitées de 155 km et possède 39 stations (sans double compte) plus trois stations optionnelles (Sevran-Beaudottes, Villejuif Louis Aragon, Triangle de Gonesse) et, dans le cadre des études de trafic, une quatrième station optionnelle entre Saclay Sud et Versailles-Matelots.
- Les temps de parcours ont été estimés sur la base d'une exploitation par un matériel roulant, supposé de type pneumatique dans le cadre des études de trafic, et pouvant atteindre une vitesse maximale de 100 km/h.
- Les fréquences HPM ont été définies a priori et peuvent être ajustées au regard de la charge maximale à absorber dans la limite de 42 circulations, qui correspond à un intervalle de 85s entre deux rames. Sur la ligne verte, la mise en œuvre de cet intervalle suppose la création de services partiels entre Orly et Pleyel.
- La capacité théorique à l'heure de pointe du matin est le produit de la capacité unitaire du matériel roulant, par hypothèse égale à 960 voyageurs, et de la fréquence HPM. La capacité théorique maximale à l'HPM, atteinte avec une fréquence de 42 circulations, est de 40 320 voyageurs pour l'ensemble des tronçons du réseau.

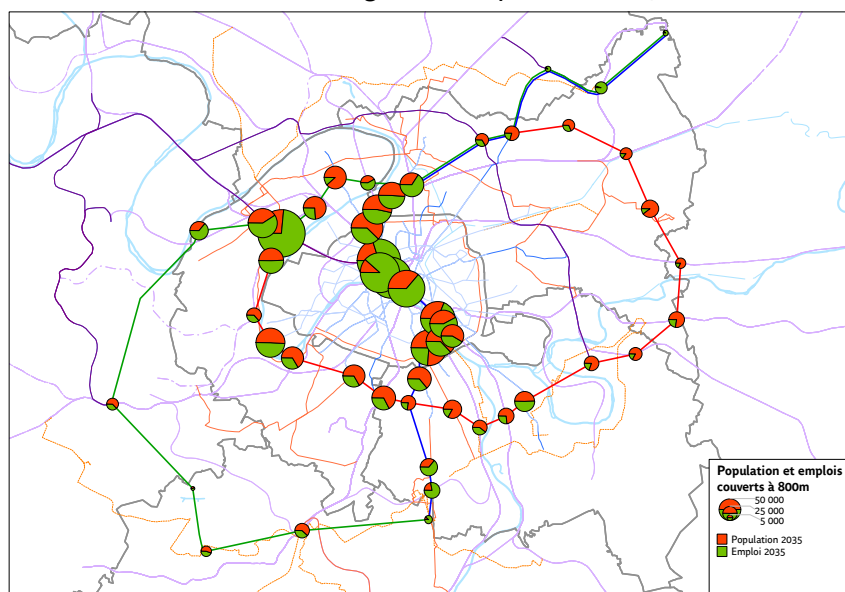
A titre de comparaison, quelques caractéristiques des réseaux actuels qui montrent que les lignes du Grand Paris présentent des caractéristiques intermédiaires entre celles du métro parisien et du RER :

	Longueur totale	Interstation moyenne	Vitesse commerciale	Ordre de grandeur de capacité sur 1h
Métro	201 km (dont 164 dans Paris)	580 m	25 km/h (40 km/h pour la ligne 14)	10 000 – 30 000 40 000 pour la ligne 14
RER RATP	115 km	Env. 1 800 m	35 à 60 km/h	RER B : 30 000 RER A : 60 000
Transilien			40 à 90 km/h	
Tramway RATP			16 à 20 km/h 30 km/h pour le T2	2 000 – 6 000

3. Evaluation du projet : impacts sur l'accessibilité

3.1 Population et emplois desservis

La carte ci-dessous présente les estimations de population et emploi situés à moins de 800 m à vol d'oiseau d'une station du réseau de métro automatique. Il s'agit de totaux sans double compte entre stations estimés à partir des projections urbaines 2035 (pro rata surfacique sur la base de la déclinaison au niveau du zonage réalisée par la DREIF) :



Les nombres d'habitants et d'emplois couverts par les stations du réseau de métro automatique sont très différents selon la densité des secteurs desservis. On note en particulier :

- Les niveaux élevés de couverture (population et emploi) autour de la ligne 14 et de son prolongement jusqu'à Pleyel au nord et sur l'arc Défense – Villejuif de la ligne rouge.
- Les niveaux plus faibles autour des stations des tronçons Pleyel – Roissy, Versailles – Orly, et Noisy – Le Bourget.

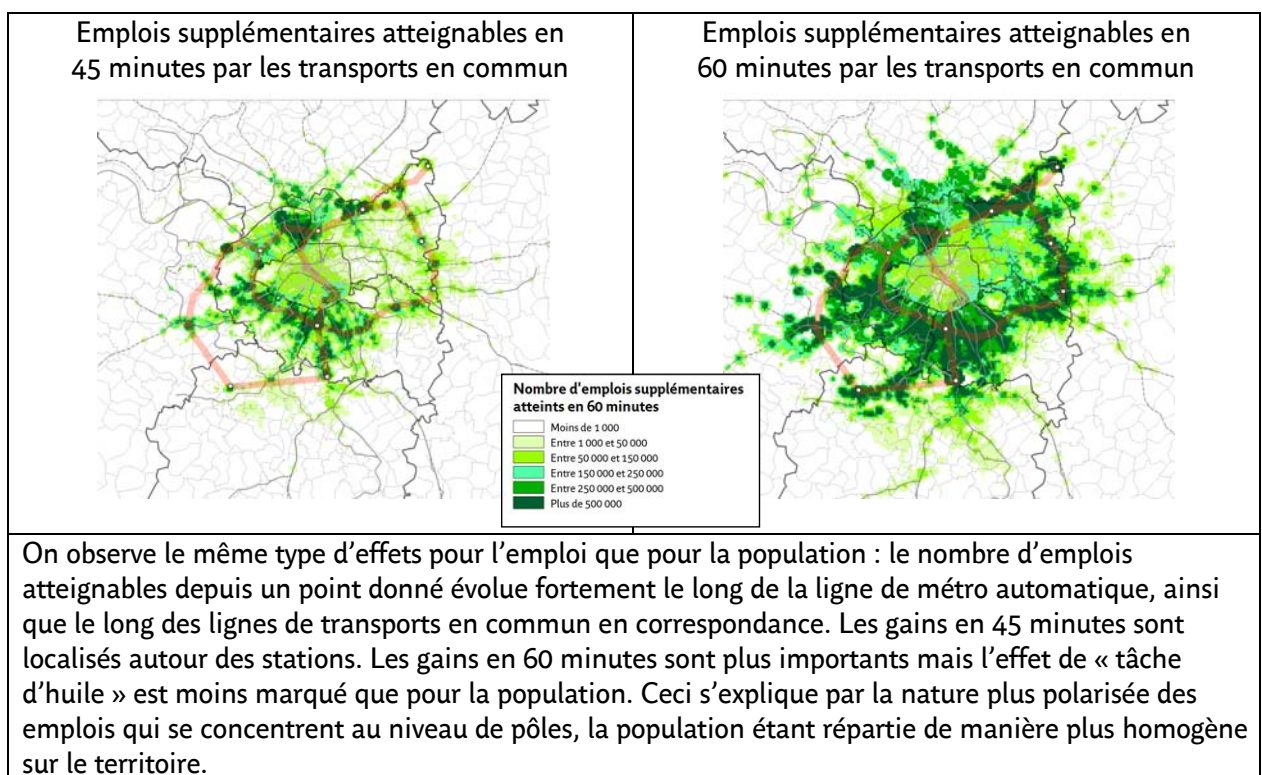
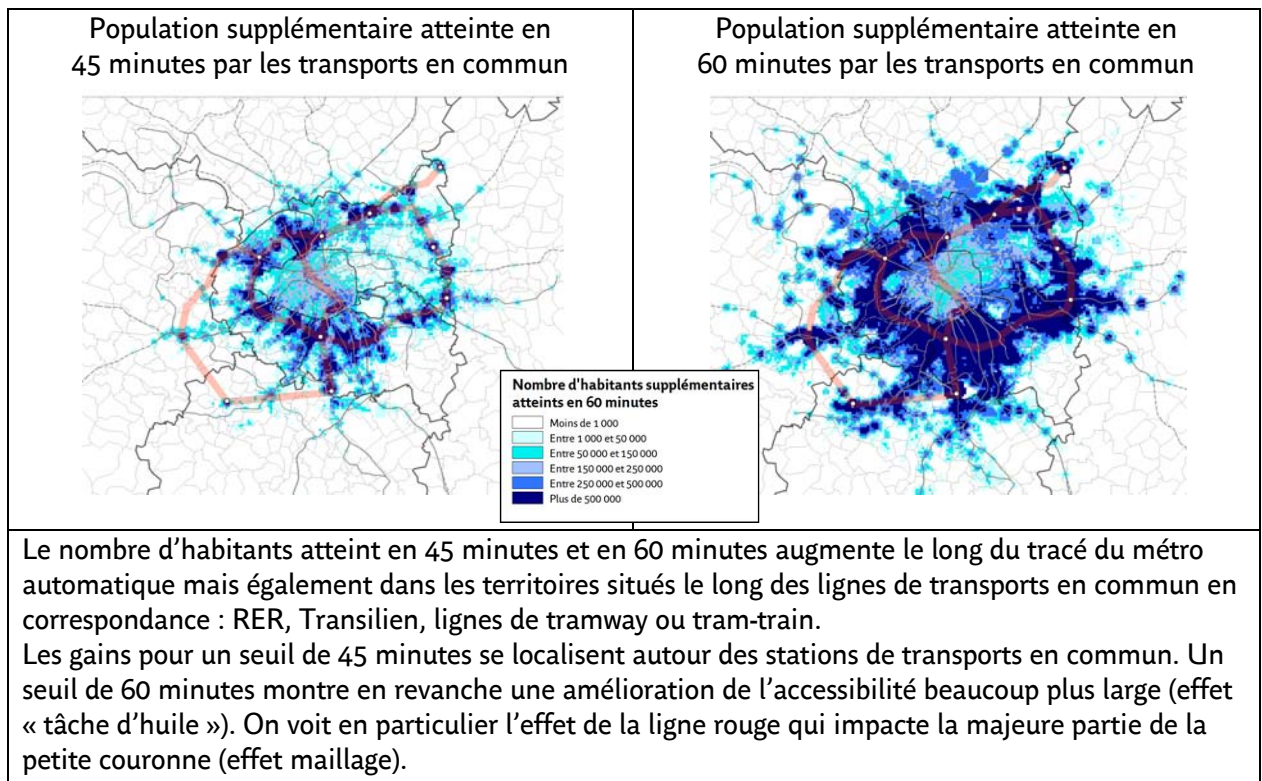
3.2 Evolution de l'accessibilité généralisée en transports en commun

L'accessibilité généralisée TC à la population ou à l'emploi permet de connaître, pour chaque point du territoire, le nombre d'habitants ou d'emplois compris dans une aire d'influence atteinte en un temps donné par les transports collectifs. Cet indicateur dépend de la position du point par rapport au réseau de transports en commun (possibilités de liaisons, performances des modes disponibles), mais également par rapport aux zones d'habitations et d'emplois les plus denses du territoire francilien.

Les cartes ci-après présentent le différentiel d'habitants et d'emplois atteints en 45 ou 60 min¹ par les transports en commun, entre la situation de projet et la situation de référence. Il est ainsi possible de visualiser les secteurs qui bénéficient le plus d'une amélioration d'accessibilité du fait de la mise en service du réseau de métro automatique du Grand Paris.

¹ Ces durées ont été définies en référence aux durées moyennes de déplacements en transports en commun à la pointe du matin selon l'EGT2001 : 47 minutes tous motifs confondus et 52 minutes pour les déplacements domicile-travail.

- Pour la population, le calcul est réalisé en origine du déplacement. Cela traduit, à titre d'exemple, le volume de main d'œuvre potentielle supplémentaire que peut capter une entreprise d'un secteur donné grâce au projet Grand Paris.
- Pour les emplois, le calcul est effectué sur la destination du déplacement. Cela traduit, à titre d'exemple, le volume d'emplois supplémentaires auquel peut accéder un habitant d'un secteur donné grâce au projet Grand Paris.

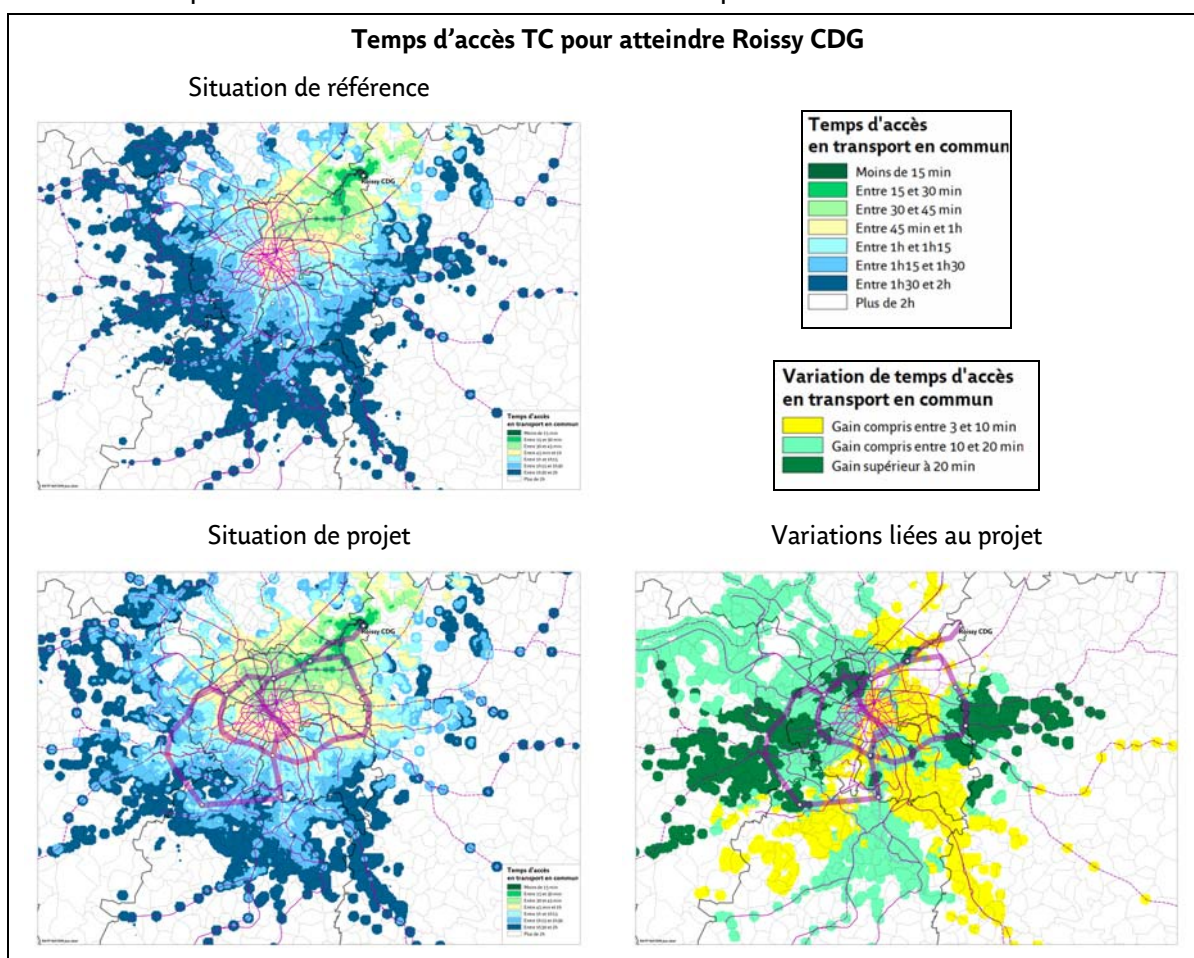


3.3 Evolution de l'accessibilité des pôles

La mise en service du réseau de métro automatique et notamment de lignes de rocade présentant un fort taux de maillage avec le réseau ferré améliore fortement les conditions d'accès en transport en commun à de nombreux pôles comme le montrent les cartes suivantes. Les territoires accessibles en moins d'une heure changent de forme, passant d'un corridor plus ou moins large orienté vers Paris à une aire circulaire, plus large, signe de meilleures liaisons avec les territoires adjacents.

- Le projet permet de renforcer l'**accessibilité aux trois aéroports parisiens** que sont Orly, Roissy, et le Bourget.

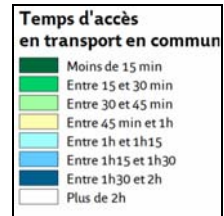
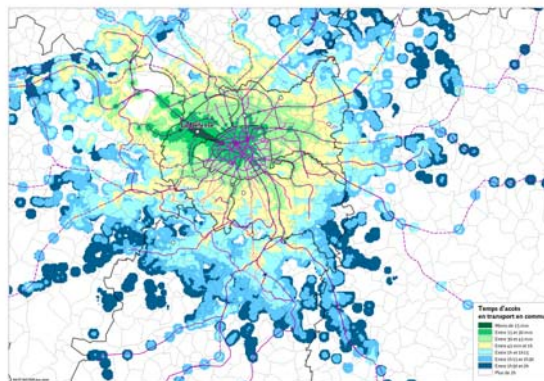
La carte des variations d'accessibilité ci-après met en évidence le rôle de maillage des rocade verte et rouge : les gains d'accessibilité se propagent le long des radiales ferrées en correspondance avec le réseau de métro automatique.



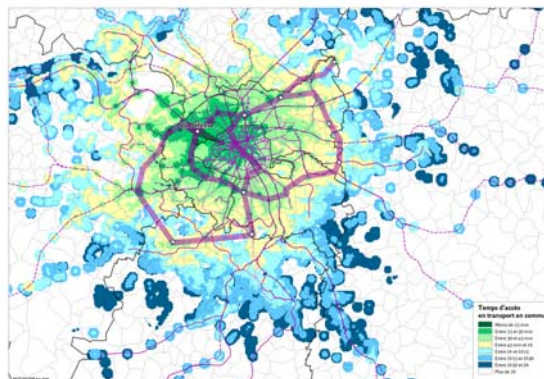
- **Le projet améliore la desserte de lieux déjà attractifs en tant que pôles d'emplois ou d'habitation, et qui disposent en référence d'une desserte ferrée importante tels que La Défense (voir cartes ci-dessous) et la Plaine de France.**

Temps d'accès TC pour atteindre La Défense

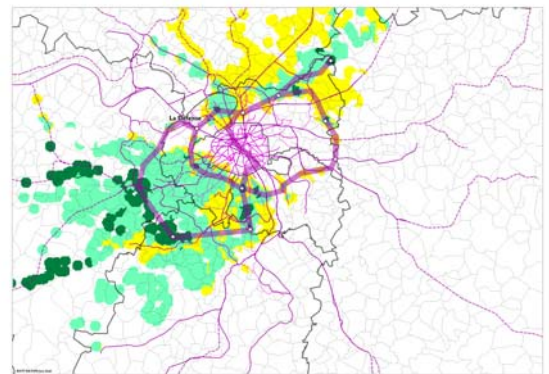
Situation de référence



Situation de projet



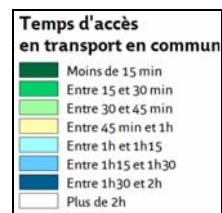
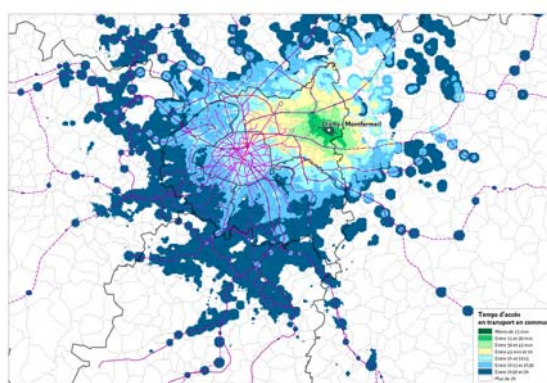
Variations liées au projet



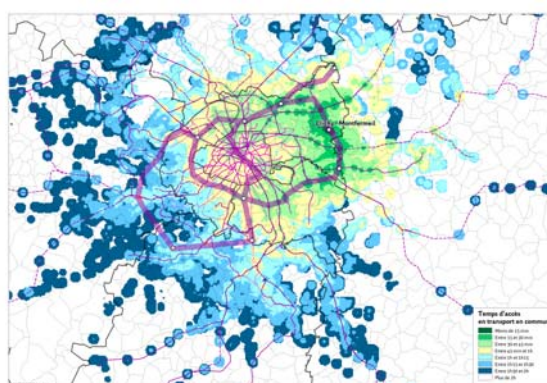
- **Le projet désenclave certains secteurs, qui souffraient d'un manque de desserte ferrée, malgré une densité de population/emploi importante.** Ainsi, l'amélioration de l'accès aux communes de l'est francilien telles que Clichy-sous-Bois et Montfermeil est notable (voir cartes ci-après).

Temps d'accès TC pour atteindre Clichy / Montfermeil

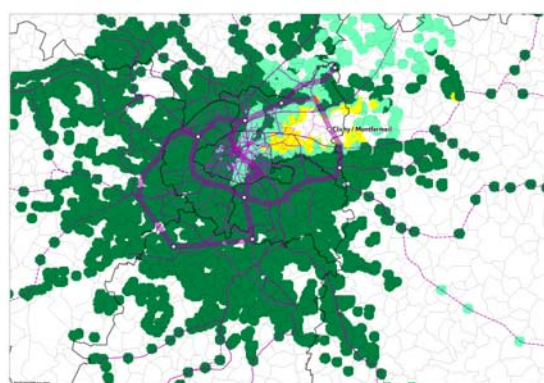
Situation de référence



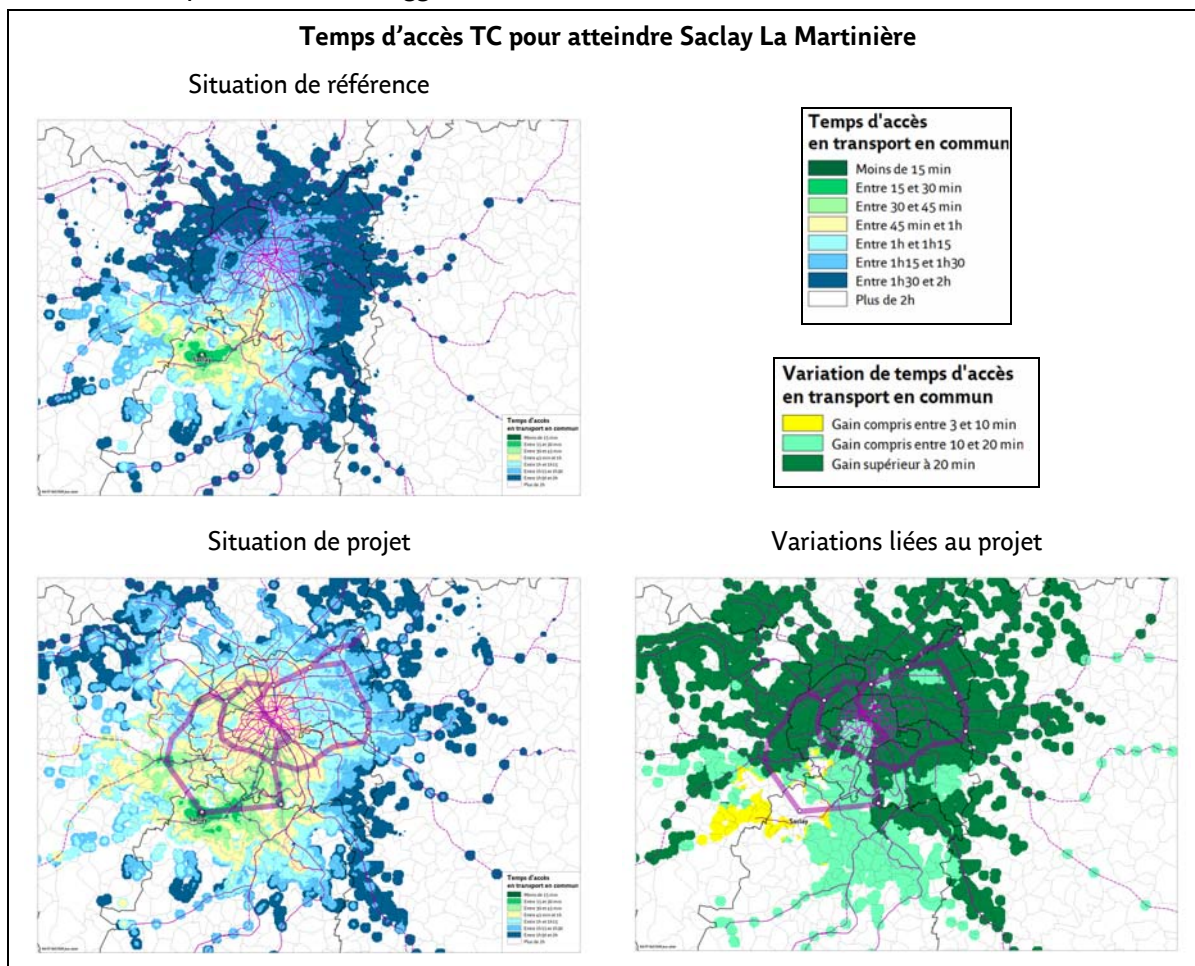
Situation de projet



Variations liées au projet



- **Le projet dessert de nouveaux secteurs ayant actuellement une demande de transports moindre, et qui seront amenés à se développer**, tel que le secteur de Saclay. Le projet crée une desserte par un mode ferré sur ce point, générant un gain d'accessibilité très important : les temps d'accès diminuent de plus de 20 minutes pour les trois-quarts de la zone agglomérée.



4. *Evaluation du projet : impact sur les déplacements*

4.1 *Méthodologie*

Il a été convenu avec la MPPG et le SERC que les prévisions de trafic seraient réalisées pour deux horizons :

- Horizon 2025, correspondant à la mise en service du réseau de métro automatique ;
- Horizon 2035 pour une analyse des trafics dix ans après la mise en service.

Le principe de l'évaluation consiste à comparer, pour chaque horizon, deux situations qui ne diffèrent que par la définition des infrastructures de transports en commun :

- La situation de référence qui comprend l'ensemble des projets de transport en commun en dehors des lignes du métro automatique ;
- La situation de projet qui correspond à la situation de référence à laquelle on ajoute les lignes du métro automatique.

Les évolutions des réseaux TC hors Grand Paris et VP sont identiques pour les deux horizons alors que les données urbaines et de structure de déplacements sont différentes :

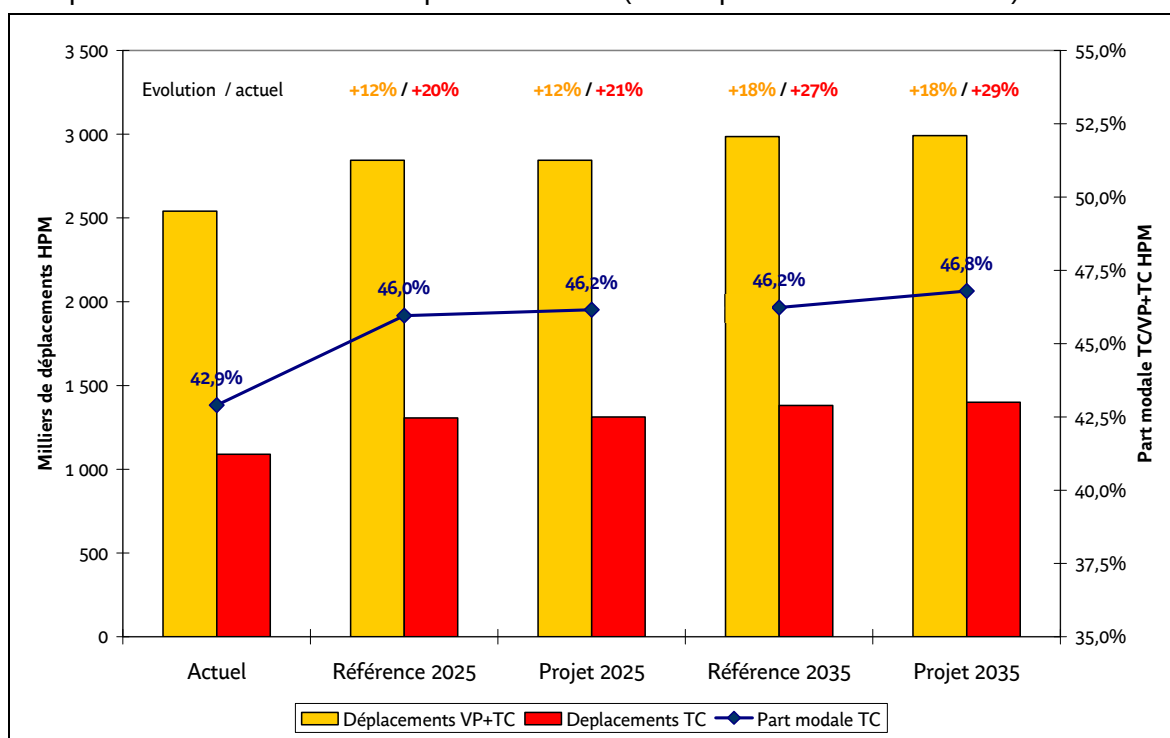
- Conformément à la demande du SERC, les projections urbaines au niveau de chaque zone correspondent à 80%, respectivement 120%, des évolutions 2005-2030 pour 2025, respectivement 2035.

Il faut noter que la répartition des populations et emplois est identique en situation de référence et en situation de projet alors même que certains secteurs nouvellement desservis par un mode lourd avec le Grand Paris ne pourront se développer sans l'infrastructure. Il s'agit là d'une limite méthodologique : il aurait été également possible de définir une situation de référence basée sur des projections urbaines au « fil de l'eau ». La comparaison entre référence et projet aurait alors également intégré l'effet de levier du transport sur l'urbain.

- La structure des déplacements :
 - Horizon 2025 : déformation par rapport à la structure actuelle pour tenir compte des projets VP et TC de référence pour les situations avec et sans Grand Paris. Les seuls effets du Grand Paris sont alors le report modal entre TC et VP et les changements d'itinéraires en transports en commun. Le réseau du Grand Paris n'a pas d'impact sur la structure des déplacements à sa mise en service.
 - Horizon 2035 : déformation par rapport à la structure actuelle pour tenir compte des projets VP et TC de référence pour la situation sans Grand Paris (référence) et déformation pour tenir compte des projets VP et TC de référence et de projet pour la situation de projet. Le réseau du Grand Paris impacte la structure des déplacements en situation de projet et un effet de redistribution gravitaire des déplacements (induits/désinduits) s'ajoute au report modal entre TC et VP et aux changements d'itinéraires en transports en commun.

4.2 Répartition modale des déplacements

Le graphique ci-dessous illustre les évolutions globales des déplacements mécanisés et en transport en commun à l'heure de pointe du matin (hors déplacements intra-zonaux) :



On notera que le volume de déplacements mécanisés augmente de 12% d'ici l'horizon 2025 et de 18% à l'horizon 2035. Ces taux sont à mettre en relation avec l'augmentation de la population (respectivement +10% et +16%) et des emplois (respectivement + 15% et +22%).

Globalement, les déplacements TC augmentent plus fortement que les déplacements mécanisés totaux, conduisant à une augmentation de la part modale TC aux horizons 2025 et 2035. L'effet du projet (volet transport seul) par rapport à la situation de référence est le suivant :

- En 2025, l'évolution du nombre de déplacements est marginale mais permet une légère progression de la part modale TC (+0,2 point) ; globalement, la part modale TC augmente de 3,3 points par rapport à 2005 ;
- En 2035, l'évolution est plus sensible du fait la prise en compte de la redistribution gravitaire des déplacements : la part modale augmente de 0,6 point par rapport à la référence et de près de 4 points par rapport à 2005.

L'analyse de l'évolution de la part modale TC par liaison entre couronnes montre par ailleurs que le réseau de métro automatique du Grand Paris a un effet plus marqué sur les liaisons PC-PC et PC-GC : la progression des parts modales TC entre la situation de référence et la situation de projet est deux à trois fois plus élevée sur ces liaisons (respectivement, + 1,2 pt et + 1,9 pt en 2035) que la moyenne régionale (+0,6 pt). Il s'agit en effet des liaisons bénéficiant le plus directement de l'amélioration apportée par le réseau de métro automatique et particulièrement les lignes de rocade.

L'impact du projet ainsi estimé doit être vu comme une valeur basse ; en effet, l'ensemble des développements urbains est pris en compte dans la situation de référence alors que certains secteurs ne pourront se développer sans l'infrastructure.

4.3 Trafic sur le réseau de métro automatique

Trafic à l'heure de pointe du matin

Le tableau ci-dessous présente les estimations de trafic sur le réseau de métro automatique en termes d'utilisations à l'heure de pointe du matin, c'est-à-dire du nombre de voyageurs montant à bord de l'une des rames du réseau sur la période étudiée. A noter que les utilisations du réseau sont inférieures à la somme des utilisations des lignes car les correspondances entre lignes d'un même réseau ne sont alors comptabilisées qu'une fois.

Projections urbaines Stations optionnelles	Grand Paris 2025		Grand Paris 2035		Evolution	
	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec
Utilisations HPM						
Réseau	231 000	236 000	278 000	283 000	+20%	+20%
Ligne bleue	122 000	122 000	139 000	137 000	+14%	+12%
Ligne verte	47 000	47 000	60 000	59 000	+28%	+26%
Ligne rouge	87 000	92 000	112 000	117 000	+29%	+27%

- Le trafic du réseau de métro automatique s'établit autour de 233 000 utilisations à l'HPM pour 2025 et de 280 000 utilisations pour 2035, soit une augmentation de 20%. Ce niveau de fréquentation est équivalent au cumul des fréquentations 2008 des RER A et B RATP.
- La ligne bleue est la plus fréquentée avec environ la moitié des utilisations du réseau, soit environ 120 000 / 140 000 utilisations en 2025 / 2035. Elle correspond au double de la fréquentation de la ligne 14 en 2008.
- Bien que la ligne verte présente la fréquentation la plus faible des lignes du réseau, son trafic augmente fortement entre 2025 et 2035 : 47 000 utilisations en 2025 et 60 000 utilisations en 2035, c'est-à-dire des valeurs encadrant la fréquentation moyenne des lignes de métro (hors lignes bis) à l'HPM en 2008 (57 000 voyageurs).
- Enfin, la ligne rouge connaît une très forte progression de sa fréquentation entre 2025 (environ 90 000 utilisations) et 2035 (environ 115 000 utilisations) pour atteindre un niveau proche de celle de la ligne bleue. Dès 2025, son trafic excède celui de la ligne de métro la plus empruntée à l'HPM en 2008 (ligne 1 – 83 000 voyageurs).
- Les progressions entre 2025 et 2035 sont deux fois plus fortes pour les lignes en rocade avec +30% environ pour les lignes verte et rouge, contre +14% pour la ligne bleue. Ceci est lié à la redistribution gravitaire des déplacements : les lignes de rocade apportent une amélioration forte de l'accessibilité en transport en commun au sein d'un réseau principalement radial. La ligne bleue, en radiale, a un effet moindre.
- Bien que les stations optionnelles constituent de nouveaux points d'entrée sur le réseau de métro automatique, le nombre d'utilisations de celui-ci n'augmente que très légèrement lorsqu'elles sont en service (+5 000 voyageurs). L'effet est légèrement plus marqué sur la ligne rouge.

Trafic à la journée

Avec un coefficient de passage HPM -> Jour compris entre 7 et 8, le réseau de métro automatique présente un trafic compris entre 1,9 million et 2,2 millions de voyageurs à l'horizon 2035.

Taux de nouvelle clientèle

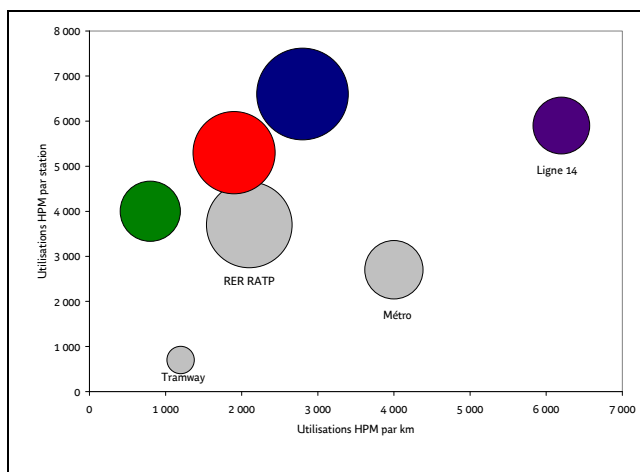
Le taux de nouvelle clientèle en transport en commun, composée de voyageurs reportés des modes individuels et de voyageurs induits, représente environ 17,5% des 231 000 utilisateurs des nouvelles infrastructures du réseau de métro automatique à l'horizon 2035. Les voyageurs induits comprennent une part d'anciens usagers des transports en commun qui ont par exemple changé leur lieu d'emploi du fait des nouvelles destinations offertes suite à la mise en service du projet mais sans changer leur mode de transport. Par conséquent, le taux de nouvelle clientèle reportée depuis les modes individuels s'établit à un niveau inférieur, de l'ordre de 10% à 15%.

4.4 Caractéristiques de trafic des lignes (horizon 2035)

Le graphique ci-dessous représente, pour l'horizon 2035, chacune des lignes du réseau de métro automatique du Grand Paris sous la forme de pastilles dont la taille et la position sont définies par les caractéristiques de leur trafic :

- Trafic par km en abscisse ;
- Trafic par station en ordonnée ;
- Nombre total d'utilisations HPM comme diamètre de la pastille.

A titre de comparaison, la ligne 14 actuelle ainsi que des lignes « moyennes » de RER RATP, de métro (hors lignes bis) et de tramway (moyenne T1, T2 et T3) ont été représentées¹.



- La ligne bleue présente des caractéristiques de trafic intermédiaires entre un RER RATP et la ligne 14 ;
- La ligne rouge présente des caractéristiques de trafic similaires à celles d'un RER RATP ;
- La ligne verte, dont l'interstation moyenne est deux fois plus longue que celle de chacune des deux autres lignes, s'apparente à un « nouvel objet », intermédiaire entre un RER RATP et un tramway.

4.5 Charge HPM par ligne

Projections urbaines Stations optionnelles	Grand Paris 2025		Grand Paris 2035		Evolution	
	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec
Charge maximale HPM						
Ligne bleue	37 000	37 200	40 800	41 100	+10%	+10%
Ligne verte arc Défense - Pleyel	14 700	14 800	17 900	18 000	+22%	+22%
Ligne verte arc Versailles - Défense	10 700	10 500	15 000	14 800	+40%	+41%
Ligne rouge	22 600	22 600	31 600	31 700	+40%	+40%

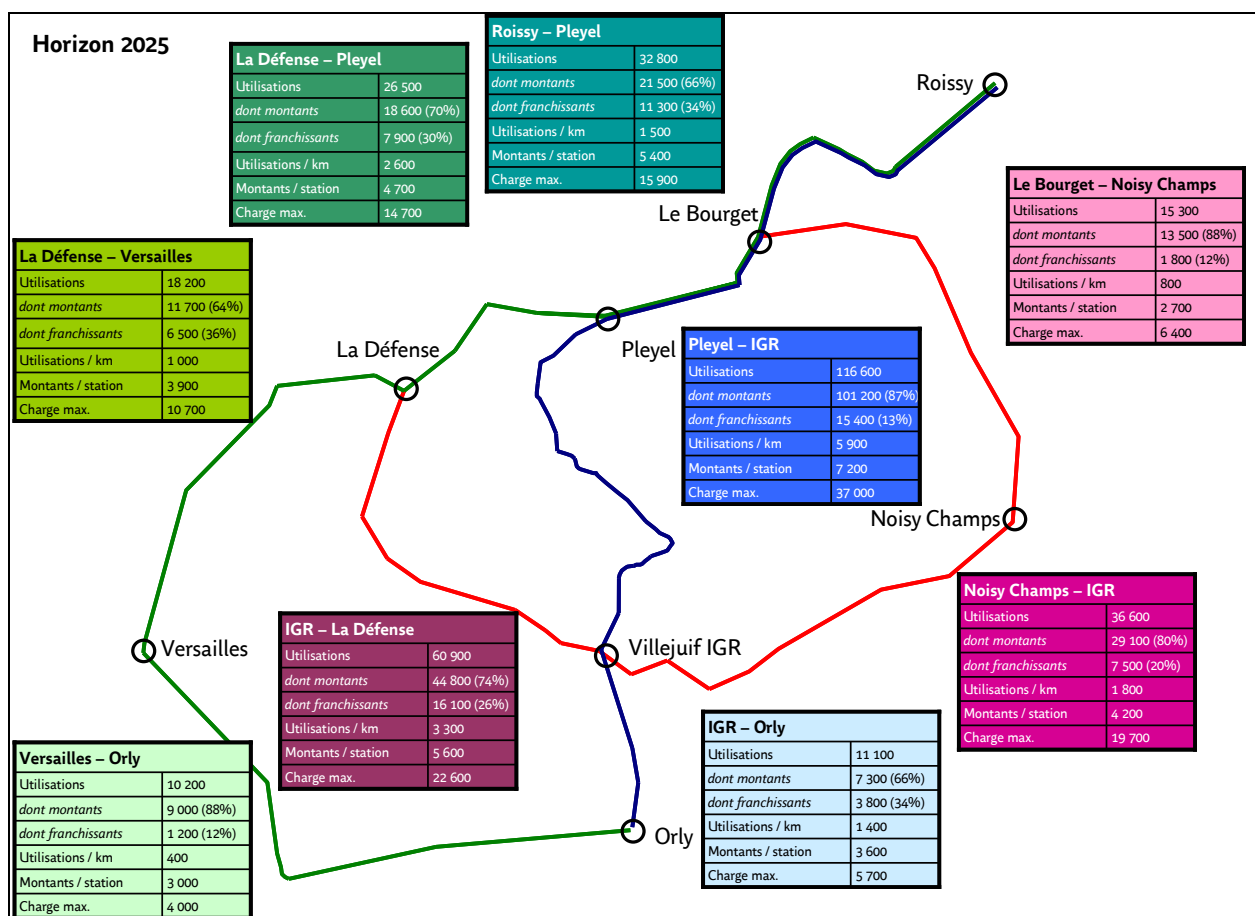
- Les ordres de grandeur des charges maximales confirment la pertinence du mode métro. Des analyses détaillées permettront de mieux appréhender les charges des différents tronçons du réseau.
- Sur chacune des lignes, l'offre horaire théorique maximale, qui correspond à un intervalle de 85s entre deux rames, est de 40 300 voyageurs. Sur le tronçon Orly-Pleyel de la ligne verte, l'offre maximale est équivalente si les infrastructures permettent la circulation de services partiels entre ces deux gares.
 - Les marges d'exploitation sont donc satisfaisantes sur les lignes rouge et verte.
 - Sur la ligne bleue, les marges d'exploitation sont de 8% en 2025 et sont négatives en 2035, en deçà du standard de 15% usuellement retenu. Un risque de saturation de la ligne bleue est donc présent ; il dépend de la concrétisation des prévisions de population et d'emploi aux différents horizons.
- L'impact des stations optionnelles sur les niveaux de charge est marginal.

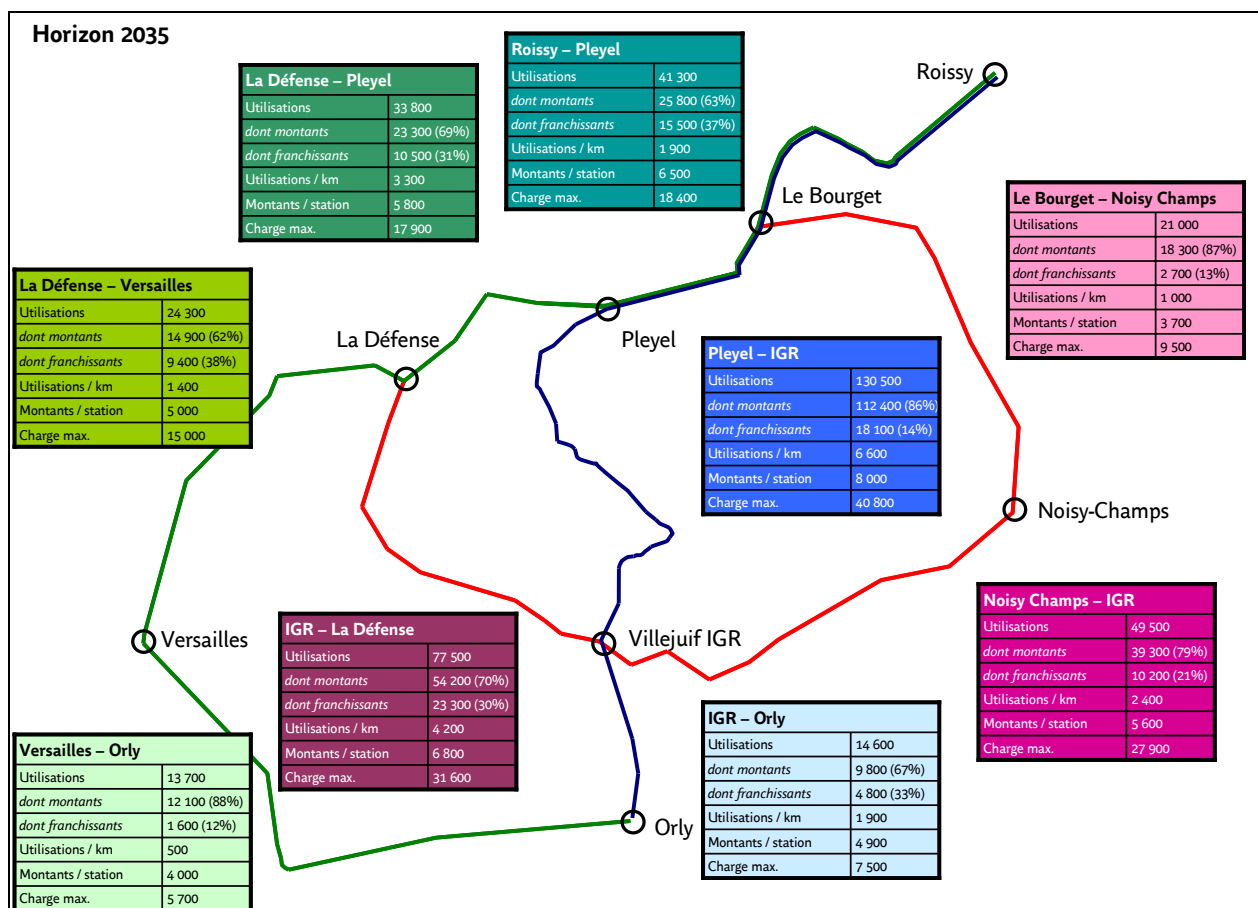
¹ Source : Statistiques RATP 2008, TJRF 2008

4.6 Trafic par arc

Le schéma de la page suivante présente les principales caractéristiques de trafic par arc aux horizons 2025 et 2035 :

- Le nombre d'utilisations HPM qui se décompose en nombre de montants aux stations de l'arc et en nombre de voyageurs « franchissants », c'est-à-dire en nombre de voyageurs provenant des arcs adjacents ; plus la part de franchissants est élevée, moins le tronçon est autonome.
- Le nombre d'utilisations HPM rapporté à la longueur de l'arc et le nombre de montants aux stations de l'arc rapporté au nombre de stations ; ces deux indicateurs de trafic facilitent la comparaison entre les différents arcs.
- La charge maximale à l'HPM (hors marge d'exploitation).





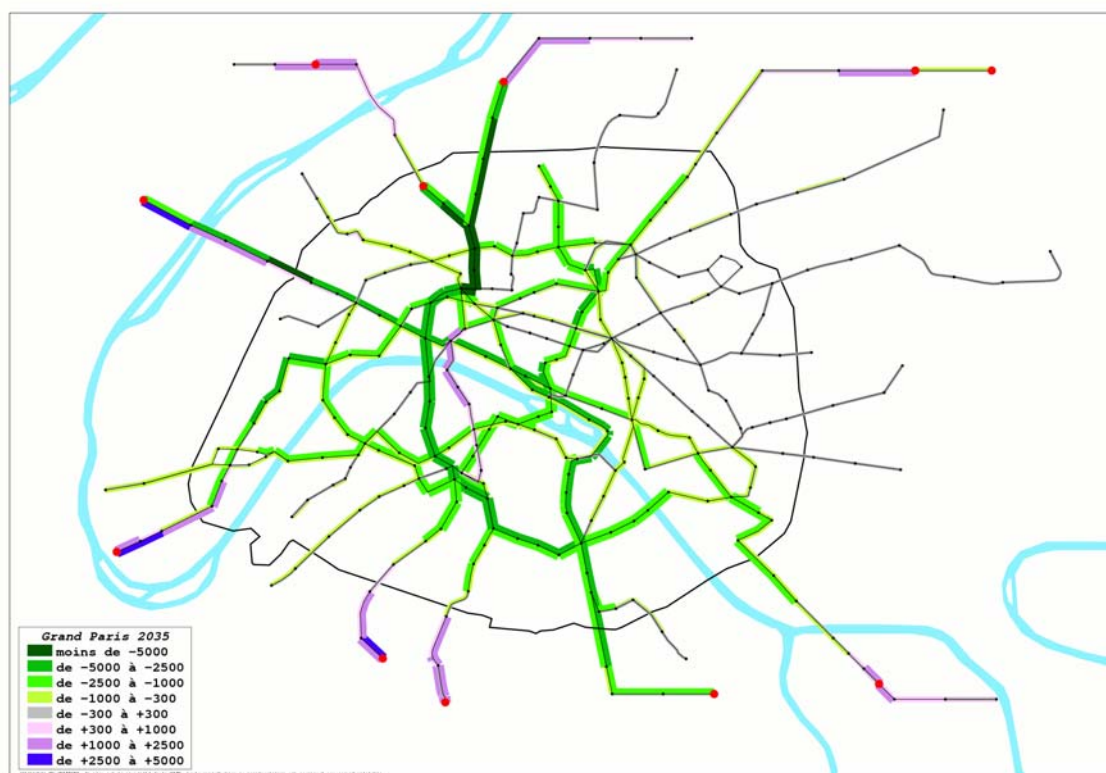
- Au regard de la part de montants, les arcs les plus autonomes sont Versailles – Orly et Le Bourget – Noisy-Champs (près de 90% du trafic lié aux montants), c'est-à-dire des arcs traversant des zones aujourd'hui faiblement desservies par les transports en commun. L'arc Pleyel – Villejuif IGR qui traverse la zone centrale de l'agglomération très dense en population est lui aussi très autonome (part des montants supérieure à 85%). La plupart des arcs présentent des parts de montants comprises entre 60% et 70%.
- Au regard des trafics par km et par station, les arcs les plus fréquentés sont ceux qui traversent les zones les plus denses en emplois et en population : l'arc Pleyel – IGR qui traverse Paris ainsi que les arcs IGR – La Défense et La Défense – Pleyel qui passent en proche couronne et desservent le pôle économique de La Défense.
- Au regard de la charge maximale, le mode métro est justifié pour l'ensemble des tronçons ; sur le tronçon Versailles – Orly de la ligne verte, du simple point de vue de l'absorption de la charge, un mode de type métro léger serait suffisant.

4.7 Effet de charge / décharge

L'augmentation de la population et de l'emploi induit naturellement une croissance de la demande de transport en commun entre aujourd'hui et l'horizon du Grand Paris : le trafic et la charge dimensionnante de toutes les lignes (RER et métro) sont plus forts en situations de référence 2025 et 2035 (sans le réseau de métro automatique du Grand Paris) qu'aujourd'hui. Le réseau de métro automatique du Grand Paris offre de nouveaux itinéraires aux Franciliens, en particulier grâce à ses lignes en rocade. Par conséquent, les pratiques de déplacements de voyageurs sont modifiées avec la mise en service du réseau : certaines lignes de transports en commun sont davantage utilisées, d'autres moins.

Les cartes présentées dans cette section illustrent l'impact du réseau de métro automatique du Grand Paris sur la charge à l'heure de pointe du matin des lignes de métro et de RER : elles présentent l'évolution de la charge entre les situations de projet et de référence 2035. La question de l'impact du développement urbain sur la charge à l'heure de pointe du matin (évolution de la charge entre les situations future et actuelle) n'est en revanche pas traitée par ces cartes.

La carte ci-dessous présente l'impact du réseau de métro automatique du Grand Paris (avec stations optionnelles¹) sur la charge à l'heure de pointe du matin des lignes de métro à l'horizon 2035. Les stations de métro maillées avec le réseau de métro automatique du Grand Paris (hors ligne 14 existante) sont représentées par un point rouge.



- La création d'une offre performante en rocade en banlieue permet de décharger les tronçons centraux les plus chargés, tout en rechargeant les bouts de ligne en rabattement vers les rocades du Grand Paris (cas des lignes 1, 4, 8, 9 et 13).
- La structure d'utilisation des lignes, même si elle est plus équilibrée, n'est toutefois pas remise en question : les tronçons dimensionnants sont toujours localisés dans Paris, sauf celui de la ligne 1 qui se déplace à La Défense (Grande Arche -> Esplanade).

¹ Les différences entre les cartes avec et sans stations optionnelles sont minimales.

- La carte ci-dessous présente l'impact du réseau de métro automatique du Grand Paris (avec stations optionnelles¹) sur la charge à l'heure de pointe du matin des lignes de RER. Les gares RER maillées avec le réseau du Grand Paris sont matérialisées par un point rouge. Dans la zone centrale de l'agglomération, les effets sur la charge des RER A et B d'une part, des RER C, D et E d'autre part sont présentés séparément pour faciliter la lecture. Enfin, on considère dans cette représentation que les rames de RER roulent à droite.



- ¹ Les différences entre les cartes avec et sans stations optionnelles sont minimales. Elles concernent essentiellement la décharge de la branche Roissy du RER B, un peu moins importante lorsque la station Sevan-Beaudottes est maillée à la ligne rouge du réseau du Grand Paris.

amont des Grésillons. L'ampleur de la recharge est toutefois légère (au maximum de l'ordre d'une rame soit 1 500 voyageurs).

- La décharge de certaines sections des RER en concurrence directe avec les lignes du Grand Paris :
 - Section Versailles Chantiers – Massy-Palaiseau du RER C en concurrence avec la ligne verte ;
 - Sections des RER B, C et D reliant la proche couronne Sud à Paris en concurrence avec la ligne bleue. L'ampleur de la décharge est plus forte pour le RER B.
 - Sections des RER B et D reliant Paris à la banlieue Nord en concurrence avec la ligne bleue (desserte des pôles de Roissy et du Bourget en particulier).
- La forte décharge des sections des RER A (Châtelet – La Défense) et E (Magenta – La Défense) qui desservent le pôle de La Défense. L'accessibilité en transports en commun de ce pôle économique est significativement améliorée grâce aux lignes verte et rouge qui assurent sa desserte et proposent ainsi de nouveaux itinéraires pour le rejoindre.

En complément de ces analyses, il est intéressant de noter que **toutes les lignes de métro ou de RER RATP présentent des marges d'exploitation satisfaisantes en situation de projet à l'horizon 2035**. Celle de la branche Saint-Denis de la ligne 13 est toutefois située à la limite du seuil de 15% usuellement retenu ; un risque de saturation n'est donc pas exclu à très long terme.

4.8 Sensibilité aux projections urbaines : vision SDRIF 2030

L'IAU Ile-de-France a élaboré en janvier 2010 des hypothèses de développement de Population / Emplois pour l'ensemble des communes de l'Ile de France à l'horizon 2030, année de référence du SDRIF.

- Les projections de population sont basées sur :
 - Le recensement de projets complété par une estimation de la construction dans le diffus sur une aire d'étude correspondant aux projets Arc Express et Eole à l'ouest (travaux réalisés en 2008 et non actualisés depuis – ex : abandon de certains projets) ;
 - Le cadrage général du SDRIF pour les communes non concernées par ces projets.
- Concernant l'emploi, les projections résultent d'un scénario prolongeant les tendances à l'œuvre jusqu'en 2008 et prenant en compte les principaux projets identifiés dans le cadre du travail menés sur Arc Express et sur Eole. Ce scénario est calé sur une croissance moyenne de 33 000 emplois par an (scénario « tendanciel » du SDRIF).

Ce jeu de données correspond à des scénarios considérés aujourd'hui comme hauts par l'IAU tant en matière de population que d'emploi ; en particulier, aucun d'entre eux n'intègre les conséquences du ralentissement économique survenu depuis le deuxième semestre 2008. Par ailleurs, ils ne tiennent pas compte du projet Grand Paris.

En milliers	Population 2030			Emploi 2030		
	Gd Paris	SDRIF	Ecart	Gd Paris	SDRIF	Ecart
Pôle Roissy-Villepinte-Tremblay	236	216	-9%	327	203	-38%
Pôle Le Bourget / Clichy-Montfermeil	613	498	-19%	180	119	-34%
dont secteur Le Bourget	263	204	-22%	95	51	-46%
dont secteur Clichy-Montfermeil	350	294	-16%	85	68	-20%
Pôle Plaine Saint-Denis	774	710	-8%	435	383	-12%
Pôle La Défense	684	628	-8%	621	554	-11%
Pôle Noisy-le-Grand	523	521	-0%	208	176	-15%
Pôle Saclay	619	499	-19%	412	327	-21%
Vallée des biotechnologies	1 103	1 032	-6%	465	448	-4%
Pôle Orly-Rungis	317	300	-5%	223	179	-19%
Seine Aval	197	168	-15%	87	70	-20%
Total pôles	5 066	4 571	-10%	2 958	2 458	-17%
Communes hors pôles	7 868	8 440	+7%	3 403	3 728	+10%
Total Ile-de-France	12 933	13 011	+1%	6 361	6 186	-3%
<i>Evolution / 2005</i>	<i>+1 500</i>	<i>+1 580</i>	<i>+5%</i>	<i>+1 000</i>	<i>+830</i>	<i>-17%</i>

Les volumes globaux de population et d'emplois selon les hypothèses SDRIF ou Grand Paris sont du même ordre de grandeur. L'écart est toutefois significatif si on le ramène à l'évolution entre 2005 et 2030 pour les emplois.

En revanche, les deux projections diffèrent fortement si l'on s'intéresse aux secteurs de projets du « Grand Paris » :

- Les projections de population selon le SDRIF sont en moyenne 10% en dessous de celles du Grand Paris ;
- Les écarts sont encore plus marqués pour les projections d'emplois, les hypothèses SDRIF étant en moyenne inférieures de 17% aux hypothèses Grand Paris.

De plus, les écarts se creusent encore lorsque l'on analyse les évolutions entre 2005 et l'horizon 2030 du fait de la très grande concentration des croissances urbaines sur les territoires de projet dans le projet du Grand Paris : 70% de la population et plus de 95% des emplois supplémentaires. La croissance sur ces territoires de projet ne représente que 36% de la croissance totale de population, respectivement 56% pour l'emploi, selon les projections SDRIF.

La sensibilité des résultats de partage modal, de trafic et de charge aux projections urbaines du SDRIF est présentée dans le tableau suivant :

Projections urbaines Horizon	Grand Paris 2035	SDRIF 2030	Ecart
Déplacements TC HPM	1 401 000	1 320 000	- 6%
Part modale TC / (TC+VP) HPM	46,8%	46,2%	- 0,6 pt
Utilisations HPM			
Réseau	278 000	262 000	- 6%
Ligne bleue	139 000	131 000	- 6%
Ligne verte	60 000	54 000	- 10%
Ligne rouge	112 000	106 000	- 5%
Charge maximale HPM			
Ligne bleue	40 800	39 200	- 4%
Ligne verte arc Défense - Pleyel	17 900	17 600	- 2%
Ligne verte arc Versailles - Défense	15 000	14 900	- 1%
Ligne rouge	31 600	32 800	+ 4%

- Les volumes de déplacement globaux sont proches pour les deux jeux de données utilisés. Les écarts sont cohérents avec les écarts de volumes de population et d'emplois liés à la différence d'horizon (2035 pour le Grand Paris, 2030 pour le SDRIF).
- Le partage modal est moins favorable aux TC avec les projections urbaines du SDRIF. Rappelons ici que le réseau de métro automatique du Grand Paris a été défini en cohérence avec la définition des projections urbaines.
- Le trafic sur le réseau Grand Paris est inférieur de 6% avec les projections SDRIF 2030, par rapport aux résultats obtenus avec les projections Grand Paris 2035. Les lignes bleue et rouge ont des écarts du même ordre de grandeur. La ligne verte connaît quant à elle une diminution deux fois plus forte ; soulignons que cette ligne s'inscrit dans l'axe La Défense – Roissy sur lequel les écarts de projections urbaines sont les plus significatifs.
- Les charges maximales par ligne obtenues sont très proches dans les deux cas. On note une légère diminution de la charge maximale de la ligne bleue et un renforcement de celle de la ligne rouge.

5. Annexe : liste des projets de transport en commun pris en compte en situations de référence 2025 et 2035

		Contrats de Projets 2007-2013	Projet inscrit au Plan de Mobilisation	Projets complémentaires
Lignes de métro				
M4	Prolongement à Mairie de Montrouge puis Petit Bagneux	x	x	
M7	Prolongement au Bourget (RER puis Musée de l'air)			x
M8	Prolongement à Créteil Parc des Sports	x	x	
M11	Prolongement à Hôpital puis à Rosny-Bois-Perrier	x	x	
M12	Prolongement à Proudhon-Gardinoux puis Mairie d'Aubervilliers	x	x	
M13	Prolongement à Port de Gennevilliers			x
RER & Transilien				
RER B	Schéma directeur Nord+	x	x	
RER C	Schéma directeur horizon 2017		x	
RER D	Schéma directeur horizon cible		x	
RER E	Prolongement à La Défense puis à Mantes-la-Jolie	x	x	
RER D	Pôle Pompadour	x		x
RER E	Gare Évangile		x	
RER C & Transilien	Desserte de Versailles-Matelots identique à celle de Versailles-Chantiers			x
Transilien	Arrêts des trains du groupe H en gare de Saint-Denis Stade de France			x
Tangentielle et rocade				
TGN	Tangentielle Nord de Sartrouville à Noisy-le-Sec puis Champigny-le-Plant	x	x	
TGO	Tangentielle Ouest de Versailles-Matelots (et non St-Cyr) à Achères-Ville	x	x	
Desserte des pôles				
TCSP	Sénart - Corbeil	x	x	
TCSP	Melun - Sénart		x	
TCSP	St Quentin - Saclay - Massy		x	
TCSP	Massy - Orly		x	
TCSP	Orly - Val d'Yerres - Val de Seine		x	
TCSP	Massy - Les Ulis (A10)		x	
TCSP	Massy - Arpajon (RN20)		x	
Tram-Train	Massy - Evry		x	
	Barreau de Gonesse - mode ferré		x	
Réseau Tramway-TCSP				
T1	Prolongement à Asnières-Gennevilliers Les Courtilles puis Rueil (Château)	x	x	
	Prolongement à Val-de-Fontenay	x	x	
T2	Prolongement au Pont de Bezons	x	x	
	Prolongement à Porte de Versailles	x	x	
T3	Prolongement à Porte de La Chapelle puis Porte d'Asnières		x	
				x
T4	Prolongement à Noisy-le-Sec		x	
	Débranchement Clichy-Montfermeil	x	x	
T5	Saint-Denis – Garges-Sarcelles	x	x	
T6	Châtillon – Vélizy – Viroflay	x	x	
T7	Villejuif – Athis-Mons puis Juvisy	x	x	
	et Evry Génomôle			x
T8	St Denis Porte de Paris – Epinay – Villetaneuse puis Évangile	x	x	
			x	
Tramway	RD5 Nord de Porte de Choisy à Choisy-le-Roi (ex RN305)	x	x	
Tramway	Croix de Berny - Clamart (hôpital Bécère)		x	
	puis Issy			x
TCSP	Pompadour – Sucs Bonneuil – Bas Marin	x	x	
TCSP	Bezons - Villepinte sur Boulevard Intercommunal Parisis (RD911 – BIPE)			x
TCSP	Est TVM Créteil - St Maur - Noisy-le-Grand		x	
TCSP	Altival Sucy-Bonneuil - Noisy-le-Grand		x	
TCSP	RN3 de Porte de Pantin à Pavillon-sous-Bois (interconnexion T4)		x	
TCSP	Ligne 402 Corbeil - Grigny		x	
TCSP	Vallée de la Seine / Vitry-Les Ardoines / Pompadour		x	
TCSP	RD392 Bezons - Herblay		x	

6. Glossaire

ADP	Aéroports de Paris
DREIF	Direction Régionale de l'Équipement de la région Ile-de-France
EGT	Enquête Globale Transport
GLOBAL	Modèle multimodal de prévisions de trafic de la RATP
HPM	Heure de pointe du matin
MPGP	Mission de Préfiguration de la Société du Grand Paris
RATP	Régie Autonome des Transports Parisiens
RFF	Réseau Ferré de France
RGP	Recensement Général de la Population
SDRIF	Schéma Directeur de la région Ile-de-France
SERC	Secrétariat d'Etat au développement de la région capitale
TC	Transport en commun
TJRF	Enquête sur le Trafic journalier sur le réseau ferré de la RATP
VP	Voiture particulière