

# Arc Express

débat public sur le métro de rocade

DOSSIER DES ÉTUDES

## Étude

### **Enjeux transports et études de trafic** (STIF)





## AVERTISSEMENT

---

Les études préalables, dont fait partie le document qui suit, ont été réalisées en 2008-2009 afin d'élaborer le Dossier d'Objectifs et de Caractéristiques Principales présenté au Conseil du STIF en juillet 2009 et qui a servi d'appui à la constitution du dossier de saisine de la Commission nationale du débat-public.

Ces études avaient pour objet premier de valider la faisabilité du projet Arc Express.

Réalisées par différents prestataires du STIF, elles ne portent pas nécessairement la position retenue in fine par le STIF dans le dossier du maître d'ouvrage élaboré pour le débat public, ce dossier étant aussi le fruit d'une maturation des sujets au sein des équipes du STIF, éclairée par ces études mais également le fruit d'échanges avec les partenaires du projet.

Dans ces études préalables, plusieurs éléments ont pu être retenus comme des postulats permettant un chiffrage du projet ou servant de base aux études de trafic. Il en va par exemple du positionnement des stations intermédiaires évoqué dans certains rapports.

Ces choix a priori n'avaient qu'une visée méthodologique. Seules les étapes de concertation à venir permettront de définir les caractéristiques et les tracés précis du projet Arc Express.

Si le STIF décide de poursuivre le projet à l'issue du débat public, de nouvelles études approfondies seront menées en vue de l'enquête publique, puis lors de l'élaboration de l'avant-projet détaillé.

### Contenu du dossier des études :

- >> Perspectives de croissance urbaine (IAU) ;
- >> Etudes des enjeux transports et études de trafic (STIF) ;
- >> Etude des points de maillage potentiels (RATP) ;
- >> Etudes des pôles d'échanges SNCF/ Arc Express (SNCF) ;
- >> Etude d'une solution de système de transport en synergie technique avec les réseaux ferrés RATP (RATP) ;
- >> Etudes de systèmes de transport (SETEC TPI / XELIS) ;
- >> Etudes d'insertion de tracés, d'impact sommaire et rédaction du DOCP (SETEC TPI / XELIS / INGEROP) ;
- >> Synthèse et extraits du rapport études exploratoires des modalités de financement du projet Arc Express liées aux retombées économiques du projet s'agissant des aspects « montages contractuels » et « financement du projet » (DS Avocats / SP2000 / Paul Hastings / KPMG / Atis Real / Arcadis) ;

## **CHAPITRE 2**

### **DESCRIPTION ET ANALYSE DE LA SITUATION DE REFERENCE EN 2020**

# 1. Introduction

La situation de référence avant la mise en service du projet Arc Express correspond à la situation la plus probable en matière de réseaux de transports et d'évolution urbaine à l'horizon de la mise en service du projet.

La modélisation de cette situation de référence permet de préciser la demande de déplacements pour l'ensemble des modes de déplacements et le niveau de trafic des différentes lignes de transports collectifs avant mise en service d'Arc Express.

Cette situation est par convention envisagée à l'horizon 2020, notamment en raison de la disponibilité d'un jeu d'hypothèses d'évolution urbaine à cet horizon. Cette date ne préjuge donc pas de l'horizon prévu de mise en service du projet Arc Express.

Connaissant la situation de référence, il est alors possible, par comparaison avec des scénarios incluant la mise en service du projet Arc Express selon différentes variantes, de mesurer l'impact d'Arc Express en termes d'utilisation des réseaux ou de modification du choix de mode de déplacements ou de temps de déplacements.

On présente ici successivement :

- Le contexte sociodémographique à l'horizon 2020, décliné en termes d'évolution des populations et des emplois.
- L'évolution des réseaux de transports hors Arc Express (réseaux routiers et réseaux de transports collectifs)
- L'évolution d'autres variables qui influenceront sur la demande de déplacements (prix du carburant)
- Les caractéristiques de la demande de déplacements à l'horizon 2020, résultats issus de la modélisation de cette situation de référence

Une présentation détaillée du modèle de trafic, **ANTONIN 2**, utilisé pour l'étude de trafic du projet Arc Express est donnée en annexe de ce document. On se reportera à cette annexe pour plus de détail sur :

- les principes méthodologiques qui sous-tendent ce modèle
- les différentes variables utilisées en input du modèle

## 2. L'évolution sociodémographique de l'Ile-de-France

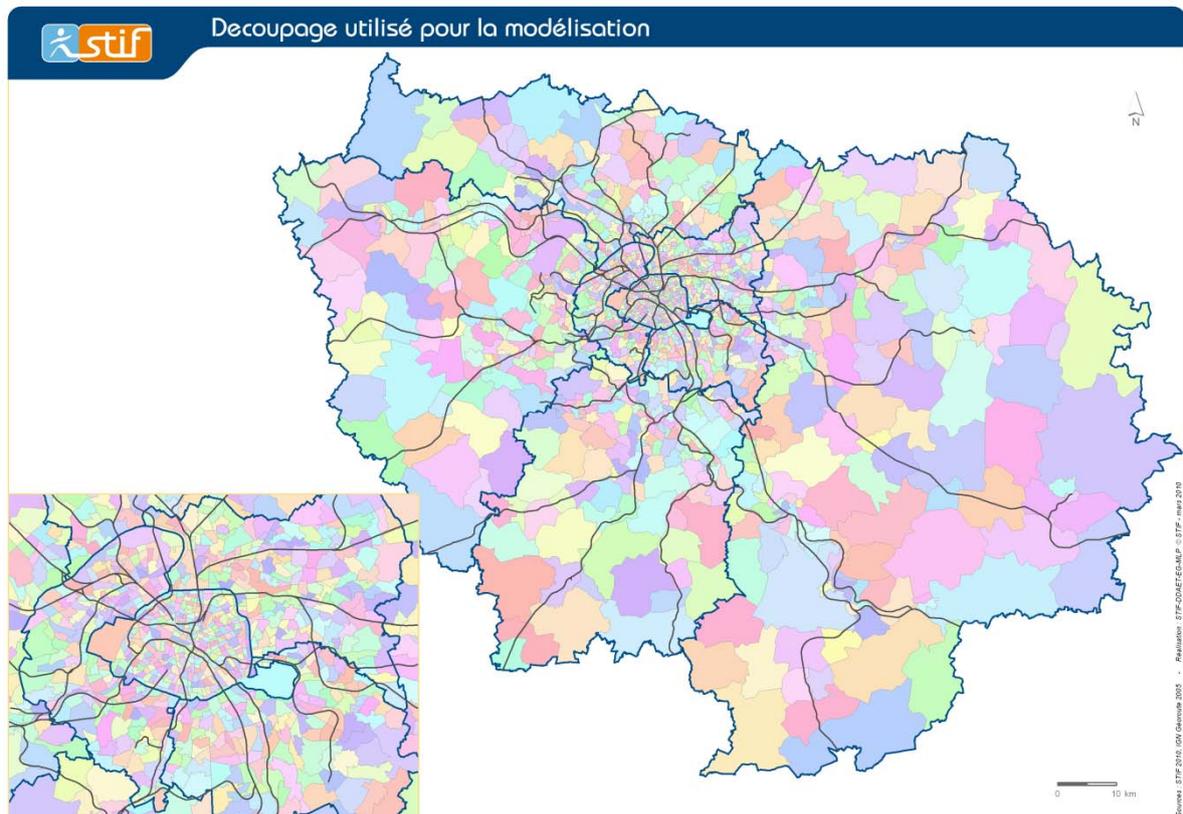
*Ce sous-chapitre récapitule les grandes évolutions envisagées entre aujourd'hui et 2020 qui sont retenues pour les études de trafic.*

*On se reportera à l'étude réalisée par l'IAU Île-de-France pour plus de précision sur la constitution des hypothèses d'évolution des populations et des emplois et notamment des analyses plus détaillées à l'échelle locale.*

### 2.1 Le secteur d'étude

Pour les besoins de l'étude de trafic du projet Arc Express, la région Ile-de-France a été découpée en 1 394 zones :

- 288 à Paris
- 486 en Petite Couronne, correspondant à un découpage infra communal fin des communes concernées par les tracés possibles du projet Arc Express
- 620 en Grande Couronne.



Pour chacune des zones retenues dans le découpage présenté ci-dessus, on fait des hypothèses pour la valeur de chacune des variables d'entrée du modèle de prévision des déplacements en 2020.

## **2.2 Hypothèses d'évolution de la population et des emplois d'ici à 2020**

### **2.2.1 Méthode**

Les hypothèses retenues pour estimer la population à l'horizon 2020 se basent sur deux sources principales.

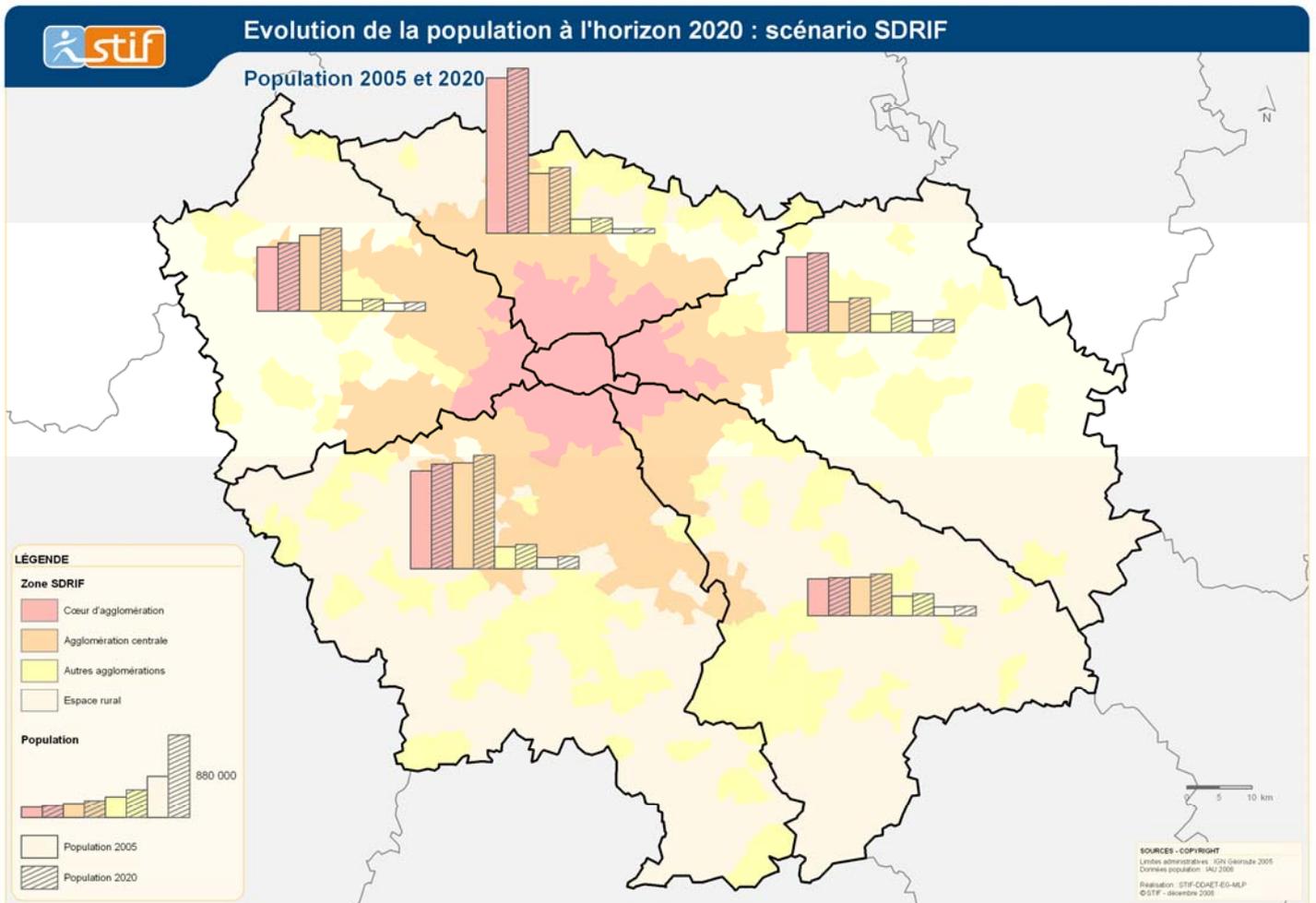
A l'échelle de la région, les hypothèses de développement correspondent au projet de Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF) décliné à l'horizon intermédiaire de 2020. Elles tiennent compte de :

- la construction de 60 000 nouveaux logements par an en Ile-de-France
- une évolution urbaine visant à la compacité urbaine en particulier en proche couronne afin de contenir l'étalement urbain
- de nouvelles données démographiques, notamment sur l'évolution de la taille des ménages et donc sur le nombre de personnes par logement
- une croissance moyenne annuelle des emplois de 28 000 par an, correspondant à la croissance de la population active francilienne

Sur le secteur d'étude du projet Arc Express, l'IAU Ile-de-France a recensé les projets de développement en cours de réalisation ou déjà défini. Ces informations complémentaires ont permis d'affiner la répartition à l'échelle communale des évolutions régionales.

Les évolutions ont ensuite été déclinées sur le découpage en zones utilisé pour l'ensemble du processus de modélisation.

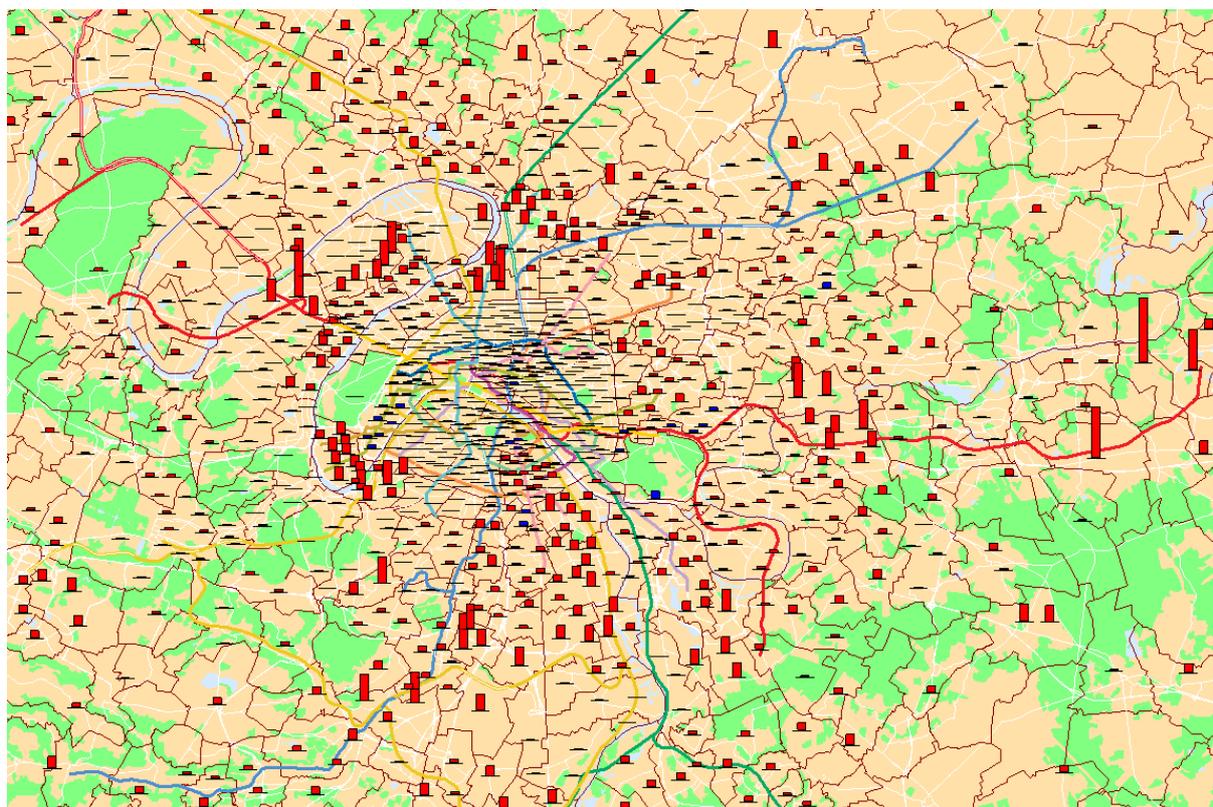
### 2.2.1.1 Evolution de la population d'ici à 2020



Sur la période 2005-2020, la croissance de la population devrait être aussi forte en Petite Couronne qu'en Grande Couronne.

Les hypothèses utilisées au niveau des zones de la modélisation sont ainsi les suivantes :

## Evolution de la population dans le zonage du modèle entre 2005 et 2020



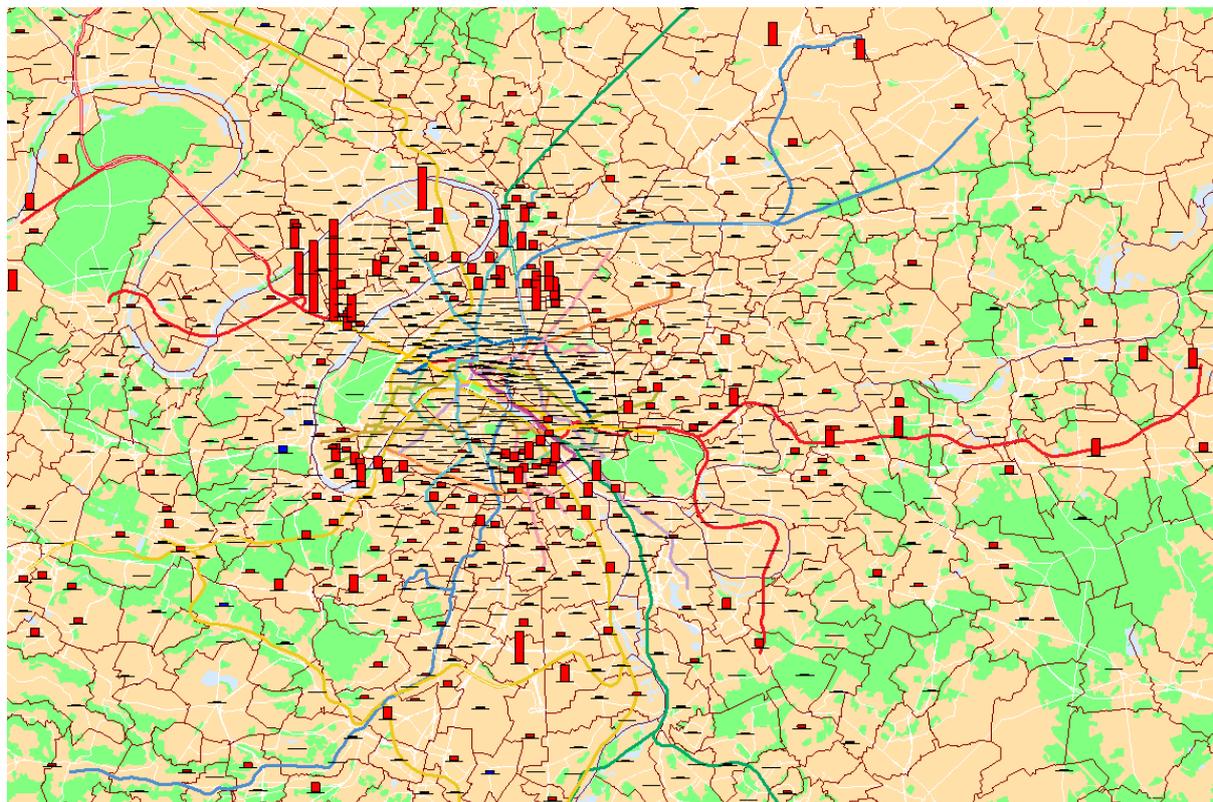
Population en hausse (en rouge) / population en baisse (en bleu)

### 2.2.1.2 Evolution des emplois d'ici à 2020

Pour l'évolution des emplois, la déclinaison du projet de SDRIF conduit à une augmentation de 28 000 emplois par an et un rééquilibrage de l'implantation des emplois entre l'Est et l'Ouest de la Petite Couronne.

Comme pour les populations, ces évolutions ont ensuite été déclinées sur un zonage utilisé pour la modélisation.

## Evolution des emplois dans le zonage du modèle entre 2005 et 2020



Emplois en hausse (en rouge) / emplois en baisse (en bleu)

### **3. Situation de référence 2020 : évolution du réseau routier et des variables influençant l'usage de la voiture**

#### **3.1 Les infrastructures routières qui seront mises en service d'ici à 2020**

Peu d'évolutions majeures du réseau routier d'Ile-de-France sont prévues d'ici à 2020.

Les mises en service importantes concernent le réseau routier national, à savoir :

- le bouclage de l'autoroute A 86 à l'Ouest, projet TOP (Tunnel Ouest Parisien) sera réalisé par la mise en service de la deuxième phase du projet Vaucresson-Versailles Pont Colbert en 2011 (la première phase Rueil-Malmaison – Vaucresson a été mise en service fin juin 2009)
- le prolongement de la Francilienne, autoroute A 104, de Cergy à Saint-Germain-en-Laye
- le contournement Est de Roissy par l'autoroute A104.

La carte suivante indique les compléments au réseau de voirie de 2010 et qui concernent le cœur d'agglomération.

**Réseau routier modélisé à l'horizon 2020**



### 3.2 Vitesses de circulation

Compte tenu de l'augmentation de la population en Ile de-France et de la hausse des déplacements automobiles qu'elle devrait engendrer, il est probable que sans évolution majeure du réseau routier francilien, la congestion automobile va continuer à s'accroître. Le phénomène de diminution des vitesses de circulation observé ces dernières années est donc amené à se prolonger.

En conséquence, les vitesses retenues pour les études de trafic du projet Arc Express en données d'entrée du modèle **ANTONIN 2** sont plus faibles que celles observées actuellement.

Les tableaux suivants présentent les hypothèses de vitesses utilisées à l'horizon 2020 à l'heure de pointe du matin.

#### Vitesses à l'heure de pointe du matin hors autoroutes et voies rapides

En km/h	Paris	Zone agglomérée hors Paris	Hors zone agglomérée
Voie rapide	16,5	--	--
Voie primaire	13	21	47,5
Voie secondaire	9,5	17	43
Voie de desserte	6,5	12.5	33
Echangeurs	16,5	21	28,5

#### Vitesses à l'heure de pointe du matin sur autoroutes et voies rapides

	Autoroutes situées		
En km/h	entre le Boulevard Périphérique et l'A86	entre l'A86 et la Francilienne	au-delà de la Francilienne
Autoroute	34	52	66,5
Voie rapide	29,5	43	52

### **3.3 Evolution du prix des carburants**

Prévoir avec certitude le prix des carburants à l'horizon 2020 n'est pas possible car leur prix dépend fortement de facteurs exogènes aux politiques nationales et en particulier du prix de vente du baril de pétrole.

Cependant, selon les spécialistes du marché pétrolier, l'augmentation du prix des carburants semble inéluctable d'ici à 2020.

L'hypothèse retenue pour 2020 est un prix équivalent à celui atteint lors du pic de l'été 2008, soit 1.5 fois le prix de référence de 2001.

## 4. Situation de référence 2020 : évolution des réseaux de transports collectifs

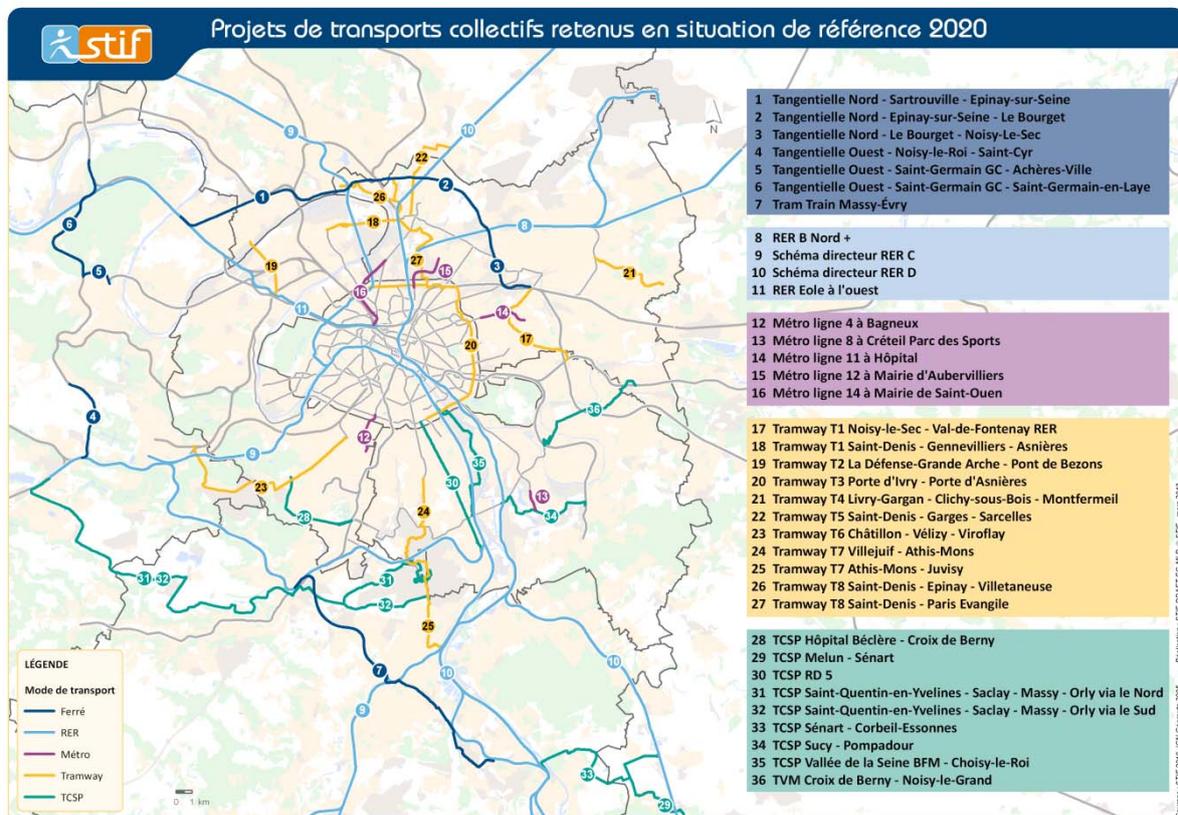
A l'inverse du réseau routier, le réseau de transports en commun va fortement évoluer d'ici 2020.

Dans le cadre du Contrat de Projet Etat / Région et des Contrats Particuliers Région / Département pour la période 2007-2013, de nombreux projets sont d'ores et déjà en travaux ou programmés financièrement.

Au-delà de ces échéances connues, on fait l'hypothèse que seront réalisés à la mise en service du projet Arc Express, les projets inscrits au « Plan de Mobilisation Transports » porté par la Région Ile-de-France.

La carte suivante montre l'ensemble des projets pris en compte dans la modélisation.

### Projets de transports collectifs retenus en situation de référence 2020



## 4.1 Description des projets de transports en commun pris en compte dans le réseau de référence

Projets de métro pris en compte dans le réseau de référence à l'horizon 2020		
Projet	Caractéristiques du projet	
Prolongement de la ligne 4	<i>Projet</i>	Prolongement à Bagneux
	<i>Stations</i>	3 nouvelles stations : Mairie de Montrouge, Verdun-Sud, et Bagneux
	<i>Fréquence (HPM)</i>	2 min
	<i>Temps de Parcours</i>	4 min
Prolongement de la ligne 8	<i>Projet</i>	Prolongement de la ligne 8 à Créteil
	<i>Stations</i>	1 nouvelle station à Créteil-Parc des sports
	<i>Fréquence (HPM)</i>	2 min
	<i>Temps de Parcours</i>	2 min
Prolongement de la ligne 11	<i>Projet</i>	Prolongement de la ligne 11 à Hôpital
	<i>Stations</i>	3 nouvelles stations : Liberté, Place Carnot, et Hopital
	<i>Fréquence (HPM)</i>	2 min
	<i>Temps de Parcours</i>	5 min
Prolongement de la ligne 12	<i>Projet</i>	Prolongement de la ligne 12 à Aubervilliers
	<i>Stations</i>	3 nouvelles stations : Proudhon-Gardinoux, Pont de Stains, Mairie d'Aubervilliers
	<i>Fréquence (HPM)</i>	2 min
	<i>Temps de Parcours</i>	5 min
Prolongement de la ligne 14	<i>Projet</i>	Prolongement de la ligne 14 à Mairie de Saint-Ouen
	<i>Stations</i>	2 nouvelles stations : Porte de Clichy, Mairie de Saint-Ouen
	<i>Fréquence (HPM)</i>	2 min
	<i>Temps de Parcours</i>	7 min

Projets de tramway pris en compte dans le réseau de référence à l'horizon 2020		
Projet	Caractéristiques du projet	
Prolongement du T1	<i>Projet</i>	Prolongement du T1 de Saint Denis aux 4 Routes
	<i>Stations</i>	11 nouvelles stations
	<i>Fréquence (HPM)</i>	5 min
	<i>Temps de Parcours</i>	19 min
	<i>Projet</i>	Prolongement du T1 de Noisy-le-Sec à Val de Fontenay
	<i>Stations</i>	14 nouvelles stations
	<i>Fréquence (HPM)</i>	5 min
	<i>Temps de Parcours</i>	26 min
Prolongement du T2	<i>Projet</i>	Prolongement du T2 de la Défense à la Porte de Bezons
	<i>Stations</i>	7 nouvelles stations
	<i>Fréquence (HPM)</i>	3.75 min
	<i>Temps de Parcours</i>	12 min
Prolongement du T3	<i>Projet</i>	Prolongement du T3 Sud de la porte d'Ivry à la Porte de Vincennes
	<i>Stations</i>	8 nouvelles stations
	<i>Fréquence (HPM)</i>	4 min
	<i>Temps de Parcours</i>	14 min
	<i>Projet</i>	Nouvelle branche T3 Nord de la Porte de Vincennes à la Porte d'Asnières
	<i>Stations</i>	24 nouvelles stations
	<i>Fréquence (HPM)</i>	4 min
	<i>Temps de Parcours</i>	49 min
Débranchement du T4 vers Clichy-Montfermeil	<i>Projet</i>	Nouvelle branche du T4 vers Clichy-Montfermeil
	<i>Stations</i>	10 nouvelles stations
	<i>Fréquence (HPM)</i>	6 min
	<i>Temps de Parcours</i>	14 min
Tramway RN1/RN16 (T5)	<i>Projet</i>	Nouvelle ligne de tramway de Saint-Denis au pôle RER D de Garges-Sarcelles
	<i>Stations</i>	16 nouvelles stations
	<i>Fréquence (HPM)</i>	4 min
	<i>Temps de Parcours</i>	22 min
Tram Croix du Sud: Châtillon- Vélizy-Viroflay (T6)	<i>Projet</i>	Nouvelle ligne de tramway entre Châtillon et Viroflay
	<i>Stations</i>	21 nouvelles stations
	<i>Fréquence (HPM)</i>	3.5 min
	<i>Temps de Parcours</i>	42 min
T7 (2 <sup>ème</sup> phase à Juvisy)	<i>Projet</i>	Nouvelle ligne de tramway entre Villejuif et Juvisy-sur-Orge
	<i>Stations</i>	18 nouvelles stations
	<i>Fréquence (HPM)</i>	5 min
	<i>Temps de Parcours</i>	40 min
Tram'Y (T8)	<i>Projet</i>	Nouvelle ligne de tramway entre Evangile (RER E) et Epinay-sur-Seine et Villateneuse (tronc commun sur Saint-Denis et deux branches, l'une desservant Epinay-sur-Seine, l'autre Villateneuse)
	<i>Stations</i>	28 nouvelles stations
	<i>Fréquence (HPM)</i>	6 min
	<i>Temps de Parcours</i>	35 min (Villateneuse) 43 min (Epinay-sur-Seine)

Projets de TCSP pris en compte dans le réseau de référence à l'horizon 2020		
Projet	Caractéristiques du projet	
TCSP Pompadour Sucy-Bonneuil	Projet	Nouvelle ligne de bus en site propre entre Thiais et la gare RER de Sucy-Bonneuil
	Stations	20 Nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	5 min
	Temps de Parcours	31 min
TCSP RD 5 (ex RN305)	Projet	Nouvelle ligne de TCSP entre Porte de Choisy et le carrefour Rouget-de-Lisle à Choisy-le-Roi.
	Stations	18 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	4 min
	Temps de Parcours	17 min
Liaison Sénart-Evry (2ème phase)	Projet	Nouvelle ligne de TCSP entre la gare Lieusaint-Moissy (RER D) et la gare Corbeil Essonnes (RER D)
	Stations	13 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	4 min
	Temps de Parcours	21 min
TCSP Saint Quentin en Yvelines - Saclay - Massy - Orly	Projet	Phase 3. Liaison en TCSP entre l'Ecole Polytechnique et le Christ de Saclay
	Stations	9 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	4 min
	Temps de Parcours	13 min
	Projet	Nouvelle ligne de TCSP entre Massy et Orly, avec deux itinéraires: nord et sud
	Stations	17 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	5 min
	Temps de Parcours	30 min
TCSP Sénart-Melun	Projet	Nouvelle ligne de TCSP entre Sénart et Melun.
	Stations	30 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	6 min
	Temps de Parcours	51 min
TCSP Croix de Berny-Clamart	Projet	Nouvelle ligne de TCSP entre Croix de Berny et Clamart
	Stations	11 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	5 min
	Temps de Parcours	18 min
TCSP T1 à Nanterre et Rueil	Projet	Nouvelle ligne de TCSP entre 4 routes (T1) et Rueil
	Stations	30 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	4 min
	Temps de Parcours	40 min
TCSP Vallée de la Seine	Projet	Nouvelle ligne de TCSP entre Vallée de la Seine et les Ardoines
	Stations	17 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	5 min
	Temps de Parcours	33 min
TCSP TVM à l'est	Projet	Prolongement du TVM de Saint Maur-Créteil à Noisy-le-Grand
	Stations	16 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	4 min
	Temps de Parcours	24 min

Projets de train/RER pris en compte dans le réseau de référence à l'horizon 2020		
Projet	Caractéristiques du projet	
Eole à l'Ouest	Projet	Prolongement de RER E de Haussmann Saint-Lazare à l'ouest de la Défense
RER B Nord +	Projet	Nouveau principe de circulation pour la partie nord de la ligne RER B à partir de Gare du Nord
	Exploitation	Voir schémas dans les figures 1 et 2
Schéma directeur RER C Vitry/Ardoines	Projet	Nouveaux principes de desserte pour améliorer la régularité, l'isibilité et qualité de service
	Exploitation	Voir schéma dans la figure 3
Schéma directeur RER D- Barreau de Gonesse ferroviaire	Projet	Aménagements sur l'exploitation de la ligne pour améliorer la qualité de service et la régularité de la ligne
	Exploitation	Voir schéma dans la figure 4
Tangentielle Ouest	Projet	Prolongement des missions qui ont comme terminus Villiers(RER D) jusqu'à PIEX en passant par Gonesse
	Stations	2 nouvelles stations: Gonesse et PIEX
	Fréquence (HPM)	PIEX-Melun: 15 min PIEX-Boigneville:15 min
	Temps de Parcours	9 min
Tangentielle Nord	Projet	Nouvelle ligne de tram-train entre Saint Cyr et Poissy/Achères avec un débranchement à Saint-Germain-en-Laye
	Stations	21 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	10 min
	Temps de Parcours	Saint Cyr-Acheres:43 min. Acheres et Saint-Germain-en-Laye: 30 min
Tram-Train Massy-Evry	Projet	Nouvelle ligne de tram-train qui reliera Massy et Evry
	Stations	13 nouvelles stations
	Fréquence (HPM)	10 min
	Temps de Parcours	32 min

#### 4.1.1 Principe de dessertes des réseaux lourds

Desserte du RER B suite à la mise en place du RER B Nord +

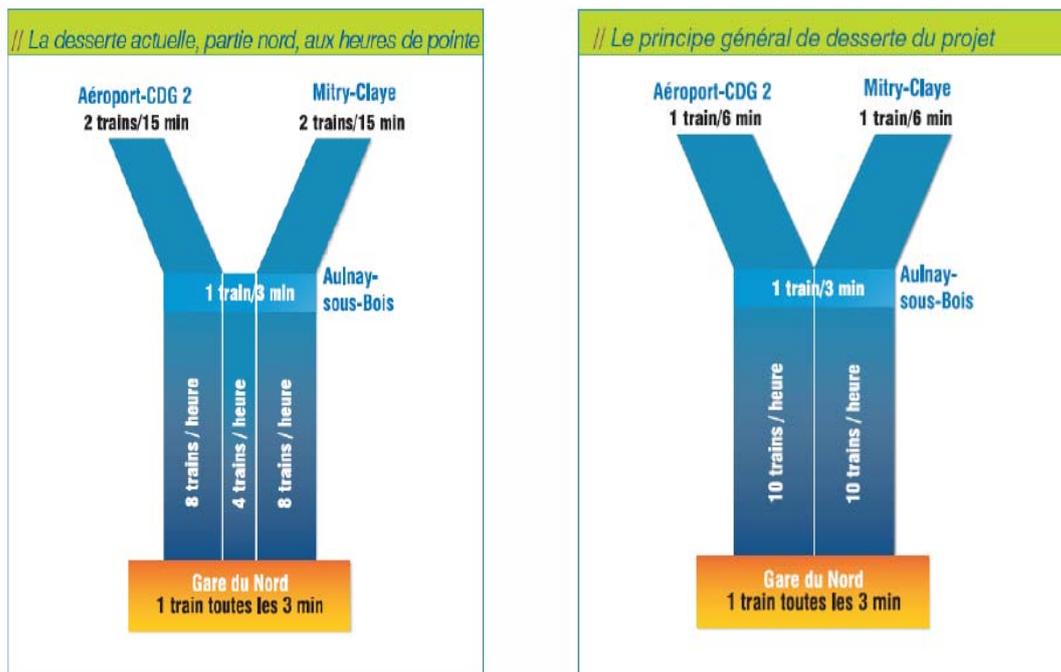


Figure 1. Principe de desserte général avant et avec la mise en place du projet RER B Nord +

Temps de parcours actuel	Desserte de pointe	Nouveaux temps de parcours
	fréquence <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span>	
25'30/26'	MITRY VILLEPARISIS VERT GALANT SEVRAN LIVRY	30'10
27'10 à 34'20	CDG 2 CDG 1 PIEX VILLEPINTE SEVRAN BEAUDOTTES	33'20
10'30 à 17'20	AULNAY LE BLANC MESNIL DRANCY LE BOURGET LA COURNEUVE LA PLAINE SDF	16'50 14'50 12'40 9'50 6'40 3'50
	GARE DU NORD	

Figure 2. Desserte à l'heure de pointe du RER B Nord avec la mise en place du projet

Desserte du RER C suite à la mise en place du schéma directeur du RER C

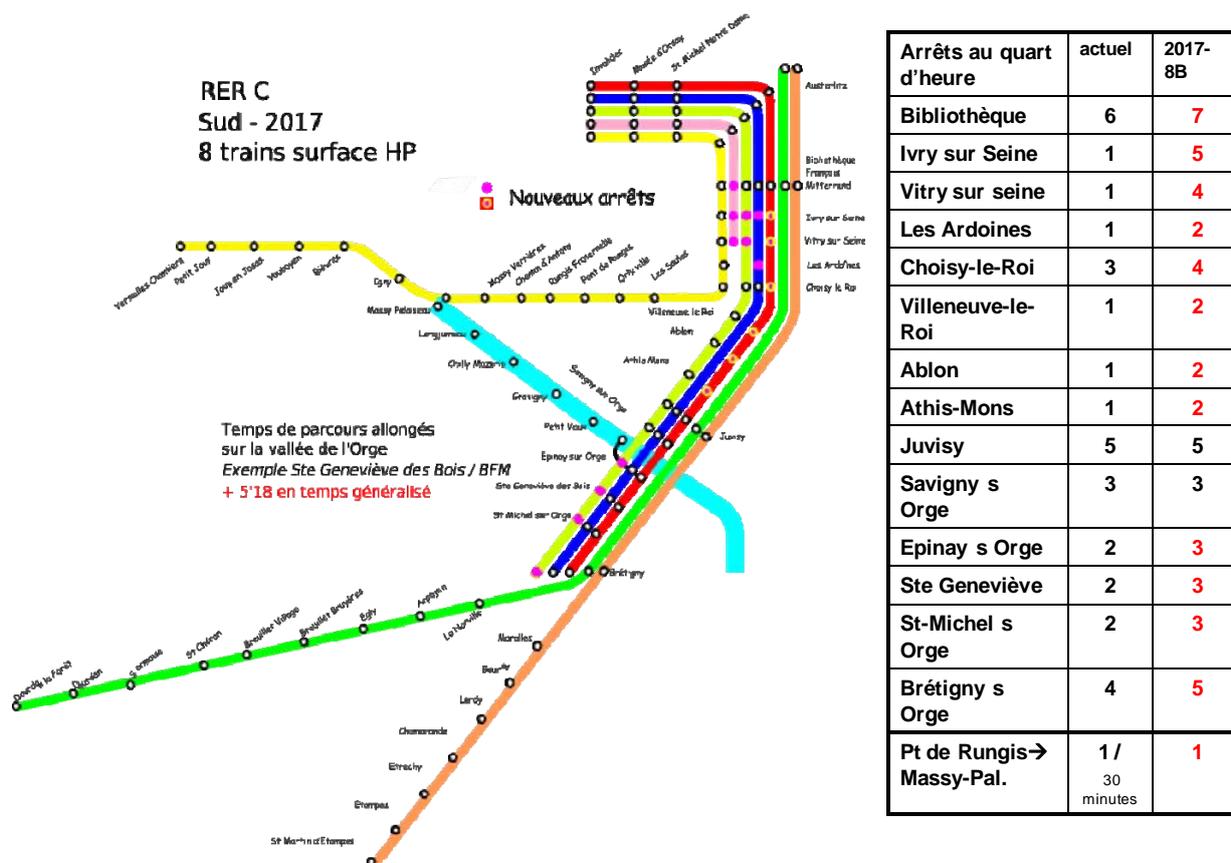


Figure 3. Desserte du RER C avec la mise en place du schéma directeur du RER C\*

\* La structure de la desserte du RER C sera adaptée pour renforcer la gare de correspondance Arc-Express / RER C. Pour la présente étude deux options de desserte ont été retenues : soit une desserte renforcée à Vitry avec 4 trains au quart d'heure

quand le scénario d'Arc-Express dessert Vitry ; soit une desserte renforcée aux Ardoines quand le scénario d'Arc Express dessert les Ardoines.

Desserte du RER D suite à la mise en place du schéma directeur du RER D



Figure 4. Desserte du RER D avec la mise en place du schéma directeur du RER D

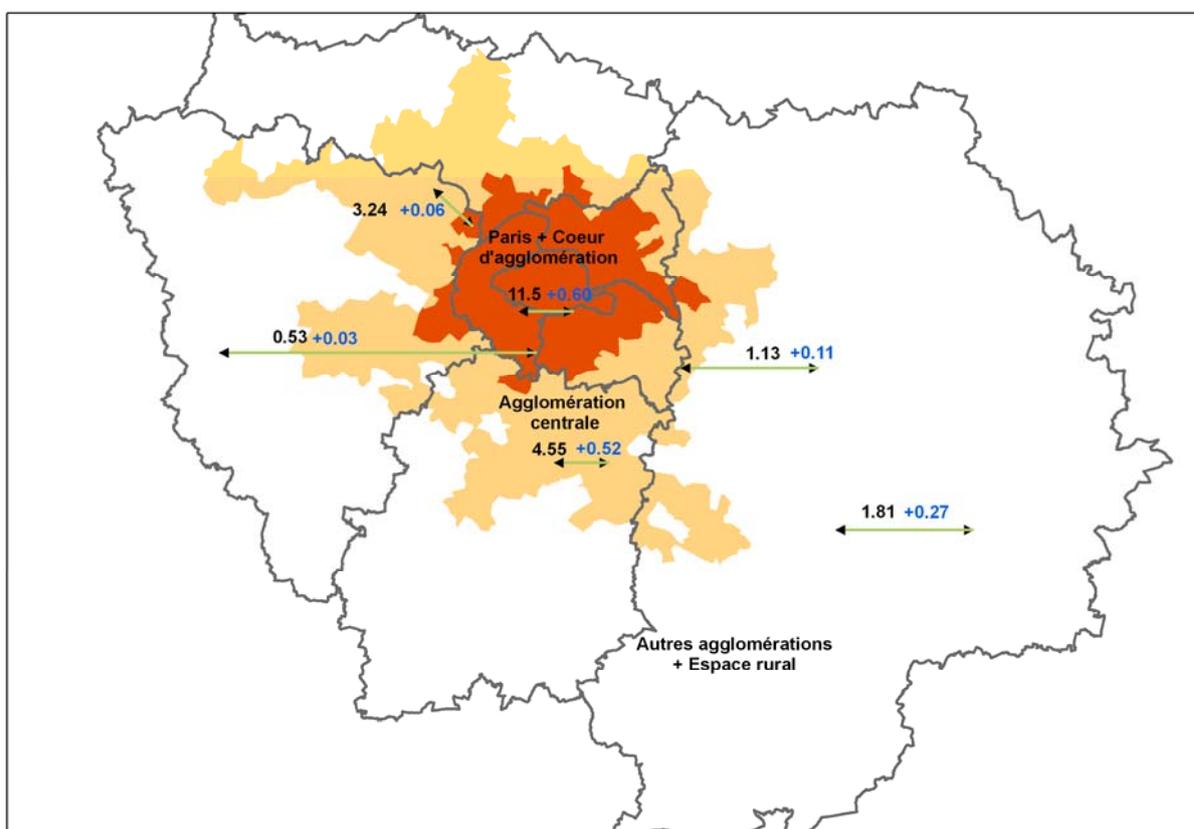
## 5. Situation de référence 2020 : principaux résultats

La croissance attendue du nombre d'habitants et des emplois conduira à une croissance du nombre de déplacements mécanisés estimée à environ + 7 % entre 2005 et 2020.

Au regard des prévisions démographiques, cette croissance sera forte dans la petite couronne. A contrario, dans Paris intra-muros, les déplacements devraient se stabiliser pour la même période, ce qui s'explique principalement par la stabilisation de la population et des emplois de la capitale. On envisage en particulier une forte croissance dans le quart nord ouest, tirée par le développement urbain de la Plaine Saint Denis et du secteur de la Défense. Les déplacements au sein du Val-de-Marne devraient aussi croître fortement en relation avec le développement du territoire de la Seine Amont.

Selon le découpage morphologique de l'Île-de-France, la croissance du nombre de déplacements se concentrera dans le cœur d'agglomération et l'agglomération centrale.

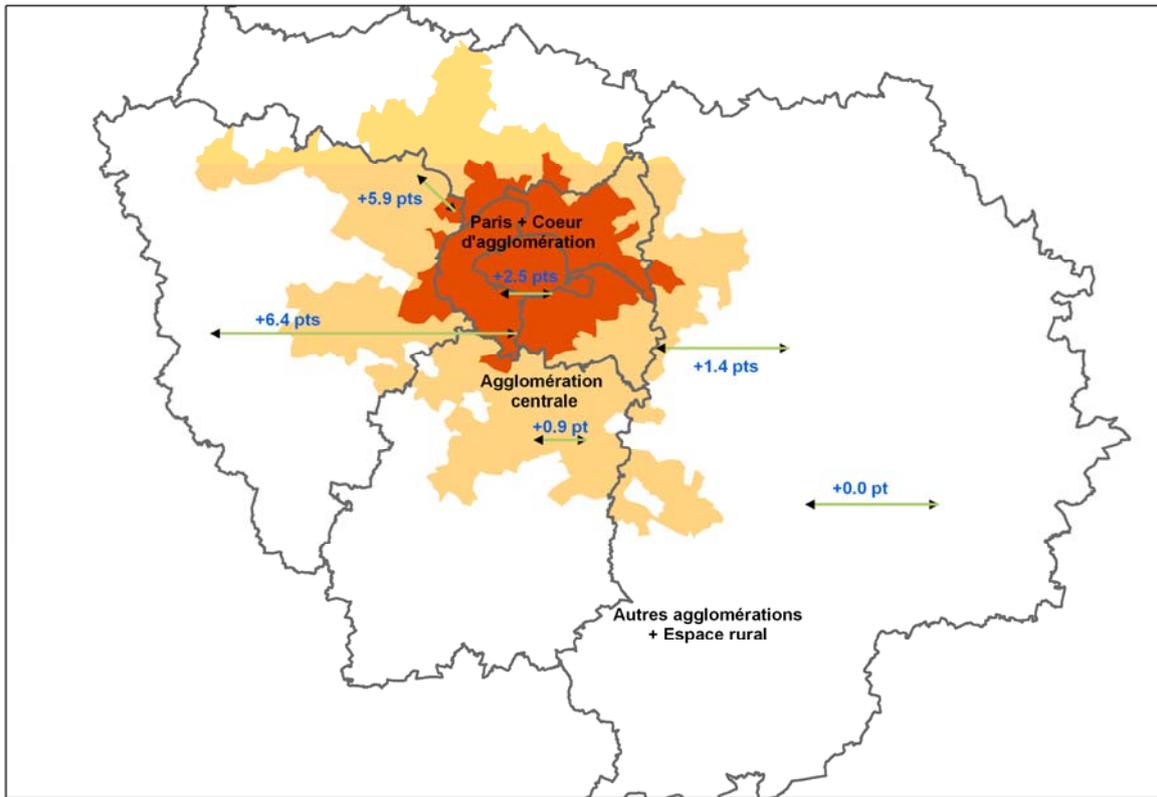
### Evolution du nombre de déplacements mécanisés entre 2005 et 2020



Source : modèle ANTONIN 2

### Situation de base 2005 - Evolution 2020

La part modale des transports en commun devrait croître fortement pour tous les déplacements en relation avec le cœur d'agglomération ou l'agglomération centrale. Cette croissance est très importante (+6 points environ) pour les déplacements en lien avec le cœur d'agglomération.



Source : modèle ANTONIN 2

Evolution de la part modale des TC dans les déplacements mécanisés entre 2005 et 2020

## 6. Annexe : Présentation du modèle de prévision des déplacements de personnes utilisé pour les études Arc Express

### 6.1 Introduction

Le modèle utilisé par le STIF pour prévoir les déplacements de personnes en Ile-de-France est le modèle **ANTONIN 2** (**AN**alyse des **T**ransports et de l'**O**rganisation des **N**ouvelles **IN**frastructures).

Il s'agit d'un **modèle multimodal** car l'usage de chaque mode de transport ne peut être analysé que dans le cadre d'une problématique globale qui intègre l'ensemble des modes en présence. Le modèle a été constitué à l'échelle de **l'ensemble de l'Ile-de-France**.

Ce modèle permet de réaliser :

- des tests stratégiques de politiques de transport
- des analyses d'évolution de la demande liée aux évolutions des caractéristiques de la population
- des prévisions de trafic afin d'évaluer les conséquences de la création ou de la modification des services de transports collectifs ainsi que l'impact de nouvelles infrastructures routières sur l'usage des transports publics.

Le modèle **ANTONIN 2** constitue la deuxième version de l'outil de modélisation du STIF. La première version d'ANTONIN était basée sur les résultats de l'Enquête Globale de Transport (EGT) réalisée en 1991-1992 et les résultats du Recensement Général de la Population (INSEE) de 1990. Une nouvelle EGT a été réalisée en 2001-2002 et un nouveau recensement de la population a été réalisé en 1999. Il a donc été possible de ré-estimer les différents modèles d'ANTONIN.

Le système de modélisation **ANTONIN 2** a été spécialement conçu pour les besoins du STIF. Il est cependant basé sur une architecture de modélisation utilisée dans d'autres métropoles ou pays européens, en particulier pour le modèle national des Pays-Bas et le modèle de Stockholm.

## 6.2 Principales caractéristiques d'ANTONIN 2

### 6.2.1 Un modèle créé spécialement pour le STIF

**ANTONIN 2** est un progiciel qui fonctionne dans l'environnement Windows. Il est composé

- de modules du logiciel CUBE VOYAGER (progiciel de modélisation développé par la société CITYLABS) qui permettent de réaliser les opérations liées aux réseaux de transports (calculs d'itinéraires, visualisation et codification des réseaux) ainsi que les opérations de calcul matriciel
- de programmes développés spécifiquement pour **ANTONIN 2**

### 6.2.2 La structure de modélisation d'ANTONIN 2

#### 6.2.2.1 ANTONIN 2 est constitué d'un enchaînement de modèles logit de choix discret

**ANTONIN 2** est basé sur une série de **modèles désagrégés de choix discret** dont l'enchaînement correspond aux étapes déterminantes qui vont conduire à la réalisation d'un déplacement. Ces modèles sont capables de prendre en compte des variables socio-économiques et démographiques qui ont une influence majeure sur les décisions qui conduisent à se déplacer et sur les caractéristiques de ces déplacements. En particulier, le revenu et l'activité interviennent dans le choix de motorisation. L'âge, le sexe et la catégorie socioprofessionnelle conditionnent le nombre et la nature des déplacements.

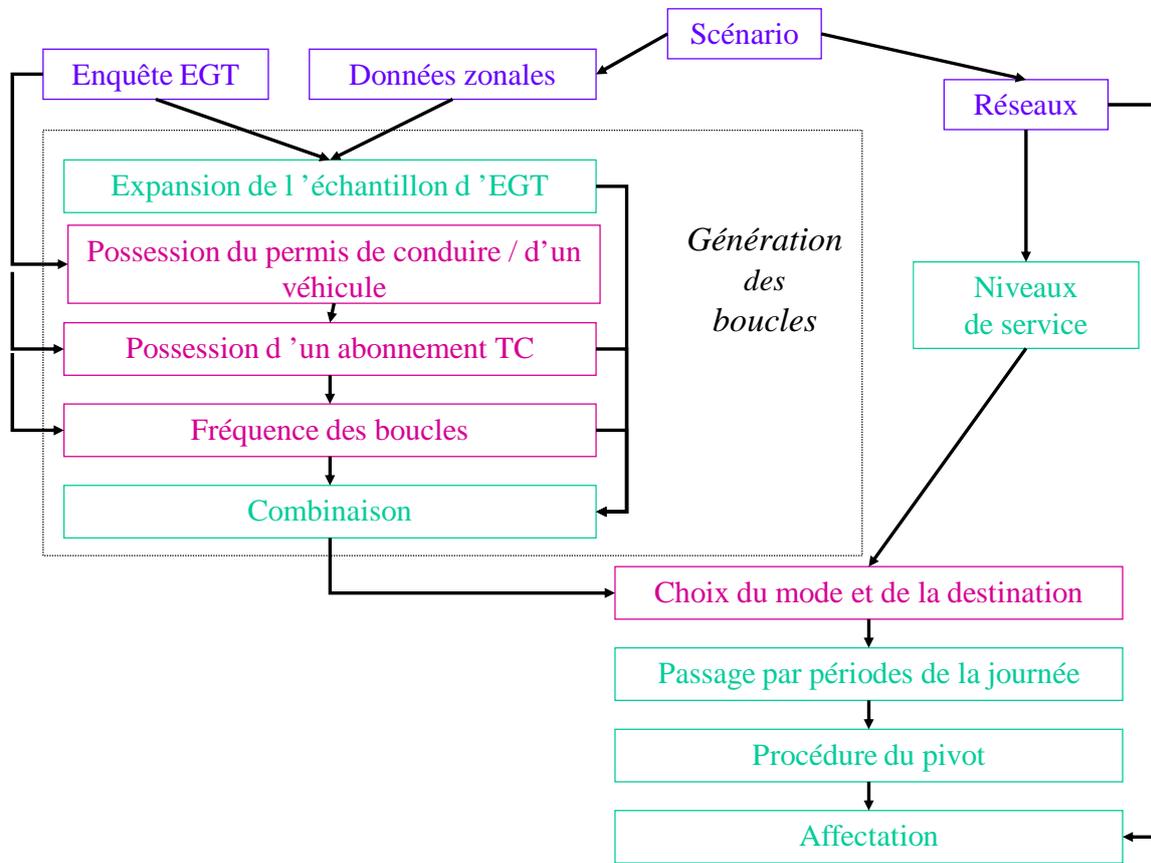
Les modèles de choix discrets sont des modèles probabilistes de type logit. Ainsi, face à plusieurs alternatives, l'individu choisit celle qui maximise son utilité (c'est-à-dire l'alternative qui lui donne le plus de satisfaction).

Pour chaque alternative, l'utilité ( $U_A$ ) est la somme d'une partie déterministe (dépendant entièrement des caractéristiques de l'alternative) et d'une partie aléatoire. Compte tenu de ce caractère aléatoire des fonctions d'utilité, le modèle donne pour chaque alternative la probabilité qu'un individu le choisisse.

La probabilité de choix de l'alternative dépend donc de la loi de la variable aléatoire. Dans les modèles logit, les composantes aléatoires des utilités sont indépendantes, identiquement distribuées et suivent une loi de Weibull. Sous ces conditions, la probabilité de choisir une alternative  $A_i$  parmi toutes les alternatives possibles est donnée par la formule:

$$P(A_i) = \frac{e^{U_{A_i}}}{\sum_{j=1}^n e^{U_{A_j}}}$$

### Architecture du modèle ANTONIN 2



#### 6.2.3 Un modèle à l'échelle de l'Ile-de-France

**ANTONIN 2** doit pouvoir traiter des échelles géographiques allant du niveau global de la région d'Ile-de-France au niveau local. Pour ce faire, lors de la phase d'estimation des modèles, l'Ile-de-France a été découpée en environ 1342 zones selon un zonage pertinent vis à vis de l'offre et de la contexture des réseaux de transports collectifs. Lors de l'application du modèle, le nombre de zones est adapté aux spécificités des secteurs étudiés.

#### 6.2.4 Une approche par chaînes modales

L'usage de chaque mode de transport ne peut être analysé que dans le cadre d'une problématique globale qui intègre l'ensemble des modes de transport offerts aux voyageurs.

L'analyse des déplacements en Ile-de-France montre que, si globalement le choix modal est en faveur de la voiture particulière, l'utilisation des transports publics est plus forte que dans les autres agglomérations françaises. Cette situation s'explique principalement par la qualité et la variété de l'offre de transports collectifs. Ainsi, comme cela est le cas pour l'usage de la voiture particulière, le voyageur dispose généralement de plusieurs

chemins alternatifs en transports collectifs pour un couple origine - destination donné. Ces chemins alternatifs peuvent donner lieu à des chaînes modales complexes sur le réseau de transports collectifs faisant appel à plusieurs modes différents. Le mode de rabattement sur le réseau (à pied ou en voiture particulière) vient ajouter un niveau de complexité supplémentaire.

Il importe donc de disposer d'une description suffisamment précise des modes de transports collectifs disponibles et de l'offre proposée qui permette la modélisation de cette situation complexe. Pour ce faire, 13 modes de déplacement sont retenus pour l'estimation des modèles (cf. tableau 1). Pour les transports collectifs, les différents enchaînements de sous-modes sont combinés avec le mode d'accès à pied ou en VP. Toutefois, pour les chaînes modales complexes, l'accès à pied ou en VP n'a pas été identifié séparément.

**Tableau 1 - Les modes de déplacement**

Modes individuels	Modes collectifs	Accès à pied	Accès en voiture	Accès à pied ou en voiture
Voiture particulière conducteur	Train seul	x	x	
Voiture particulière passager	Métro seul	x	x	
Marche/ 2 roues	Bus seul	x		
	Train/métro	x	x	
	Train/bus			x
	Métro/bus			x
	Train/métro/bus			x

### **6.2.5 Une modélisation de boucles de déplacements**

L'approche retenue dans **ANTONIN 2** est la modélisation des boucles de déplacements et non de déplacements isolés. Les boucles sont une simplification de la chaîne complète de déplacements : ce sont des allers-retours ayant pour origine soit le domicile, soit le lieu de travail avec un motif principal identifié à partir d'une hiérarchisation des différents motifs.

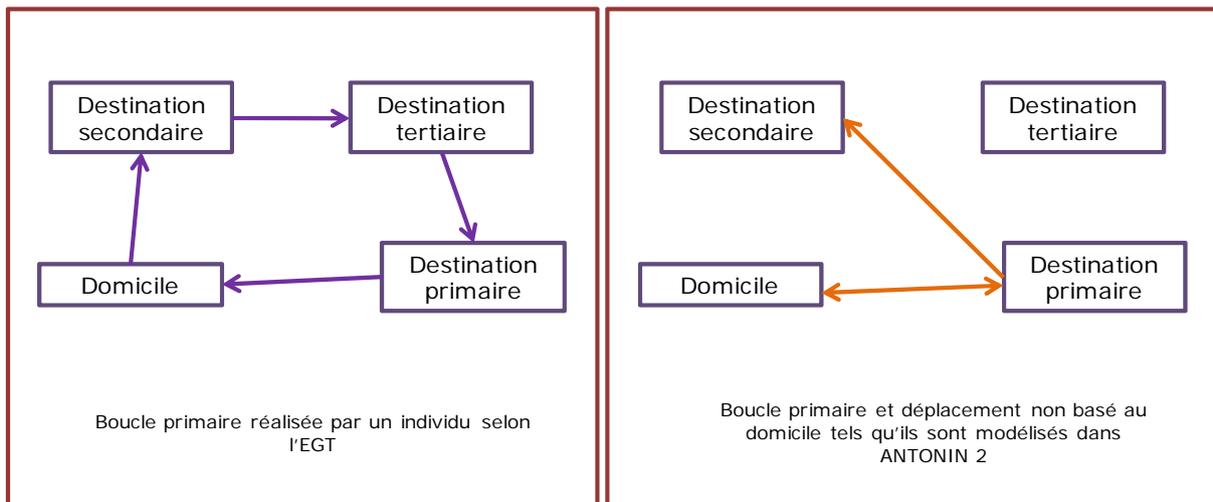
Une approche par boucles de déplacements (une boucle étant constituée d'un aller / retour réalisé pour le même motif) est plus cohérente qu'une approche par déplacement : le mode de déplacement est le même pour l'ensemble de la boucle.

**10 motifs de boucles de déplacements** sont considérés dans la modélisation.

**Tableau 2 - Les motifs des boucles**

<b>Boucles basées au domicile</b>	<b>Boucles basées au lieu de travail / étude</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domicile - travail pour les catégories sociales à hauts revenus (cadres, professions libérales et intermédiaires)</li> <li>• Domicile - travail pour les catégories sociales à faibles revenus (autres catégories socioprofessionnelles)</li> <li>• Domicile - affaires professionnelles</li> <li>• Domicile - école (scolarisés de moins de 18 ans)</li> <li>• Domicile - étude (étudiants de plus de 18 ans)</li> <li>• Domicile - achats réguliers</li> <li>• Domicile - autres achats, spectacles, restaurants, santé, affaires personnelles</li> <li>• Domicile - activités sociales/récréatives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Travail - affaires professionnelles</li> <li>• Travail / lieu d'étude – autres</li> </ul>

En plus de ces motifs de boucles, des déplacements dits « secondaires » sont aussi modélisés. Il s'agit de déplacements ajoutés aux boucles précédentes pour modéliser des enchaînements de déplacements « triangulaire ». Dans la modélisation, ces triangles sont modélisés comme une boucle + une demi-boucle.



Ces demi-boucles peuvent avoir 2 motifs de déplacements :

- Déplacement secondaire avec motif = travail ou affaires professionnelles
- Déplacement secondaire avec motif autre que travail ou affaires professionnelles

## 6.2.6 Les différents modèles

**ANTONIN 2** comporte de plusieurs modèles désagrégés de choix discret (de type LOGIT). Ces modèles visent à expliquer le comportement des individus face à des choix. Cette logique découle de la théorie micro-économique de l'utilité : chaque individu accorde une utilité plus ou moins grande aux différentes alternatives possibles, l'alternative qu'il choisit est celle qui maximise son utilité.

L'enchaînement des différents modèles correspond aux étapes déterminantes qui vont conduire à effectuer un déplacement. En particulier, des choix de long terme conditionnent les choix effectués à court terme. Ce constat a conduit à utiliser l'enchaînement suivant de modèles.

### 6.2.6.1 Méthode d'estimation des modèles

L'ensemble des modèles qui constitue la chaîne de modélisation **d'ANTONIN 2** ont été estimés à partir des résultats de l'Enquête Globale de Transports de 2001 (enquête réalisée par interview en face à face auprès de plus de 11 000 ménages qui détaille l'ensemble des déplacements effectués par les personnes enquêtées et donne les caractéristiques des ménages et des personnes qui les constituent) et en tenant compte d'une description des données zonales et des réseaux qui sont précisés dans la suite de ce document.

### 6.2.6.2 Modèles appliqués aux individus

#### Modèles désagrégés de possession du permis de conduire

Deux modèles sont utilisés. Le premier prévoit la possession du permis de conduire pour le chef de famille et/ou pour son conjoint : les observations indiquent en effet que la possession de permis pour ces deux personnes est susceptible d'être fortement corrélée. Naturellement pour des personnes seules (ou seulement avec des enfants) la partie du modèle portant sur le conjoint n'est pas mise en œuvre. Ce modèle comporte les alternatives suivantes :

Aucun	Probabilité que ni le chef du ménage ni son conjoint (si applicable) n'aient le permis
Chef de ménage	Probabilité que le chef du ménage ait le permis et pas son conjoint (si applicable)
Conjoint	Probabilité que le chef du ménage n'ait pas son permis et que son conjoint l'ait
Ensemble	Probabilité que le chef du ménage et son conjoint aient le permis

#### **Alternatives pour le modèle s'appliquant au chef de ménage et à son conjoint**

Les variables prises en compte sont le sexe, l'âge, le revenu, la localisation du ménage, le niveau d'études et la situation professionnelle.

Un deuxième modèle prévoit la possession du permis pour tout autre adulte dans le ménage. Ce modèle est appliqué uniquement s'il y a trois adultes ou plus dans le ménage, et est seulement estimé pour le troisième adulte du ménage et les suivants (s'ils existent). Les variables prises en compte sont identiques au modèle précédent, et s'y ajoute le fait que le chef du ménage et/ou son conjoint aient ou non le permis.

#### Modèle désagrégé de possession d'une voiture au sein des ménages

Le tableau suivant indique que pour la plupart des ménages, il existe une forte corrélation entre le nombre de voitures et le nombre de permis de conduire.

		Nb véhicule					Total
		0	1	2	3	4	
Nb permis	1	14.1%	30.8%	1.4%	0.1%	0.0%	46.3%
	2	2.2%	21.2%	21.4%	1.7%	0.2%	46.6%
	3	0.1%	1.1%	2.6%	1.9%	0.2%	5.9%
	4	0.0%	0.1%	0.4%	0.3%	0.2%	1.0%
	5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
Total		16.4%	53.1%	25.8%	4.0%	0.6%	100.0%

**Répartition des ménages selon le nombre de voitures et le nombre de permis dans le ménage (source EGT 2001)**

Les ménages avec un seul permis ont en grande majorité une seule voiture. Les ménages avec deux permis ont une ou deux voitures. Plus il y a de permis dans un ménage, moins la relation avec le nombre de voitures devient évidente, mais le nombre d'observations se réduit rapidement quand le nombre de permis et/ou de voitures de ménage croît.

La possession de véhicule intervient donc après la possession du permis dans la hiérarchie décisionnelle. Dans **ANTONIN 2**, afin de prendre en compte cette forte corrélation, 2 modèles distincts sont appliqués.

Le premier modèle est un modèle de possession de voiture pour les ménages avec un seul permis de conduire. Pour un ménage donné, le modèle prévoit la probabilité d'occurrence de deux états possibles de possession de voiture, qui sont présentés dans le tableau suivant.

0	Probabilité qu'un ménage avec un seul permis n'ait pas de voiture
1	Probabilité qu'un ménage avec un seul permis ait une voiture

Le deuxième modèle de possession de voiture est le modèle pour 1 voiture ou plus dans un ménage. Ce modèle est appliqué seulement s'il y a 2 permis ou plus dans le ménage.

Ce modèle a seulement deux alternatives : le ménage dispose d'une voiture ou de plus d'une.

Les alternatives suivantes sont donc modélisées :

- Pour les ménages n'ayant pas de permis  
→ Aucune voiture
- Pour les ménages ayant un seul permis  
→ 0 ou 1 voiture
- Pour les ménages ayant au moins 2 permis  
→ 1 voiture ou au moins 2

Les variables prises en compte sont notamment les caractéristiques du ou des détenteurs du permis (âge et sexe), le nombre d'actifs du ménage, le revenu, la localisation (Paris/Petite Couronne/Grande Couronne).

Modèle désagrégé de possession d'un abonnement de transports collectifs

Les alternatives qui sont retenues dans le modèle de possession d'abonnement sont les suivantes :

- ne pas posséder d'abonnement
- posséder un abonnement de type Carte orange (hebdomadaire, mensuelle, annuelle)
- posséder un abonnement de type Imagine'R (pour les individus de 11 à 25 ans inclus)

Les variables prises en compte sont l'occupation principale, la possession d'un permis de conduire, la disponibilité d'un véhicule au sein du ménage (calculé par le ratio entre le nombre de véhicule et le nombre de permis de conduire du ménage), l'âge et le sexe.

#### Modèles désagrégés de fréquence des boucles de déplacements par motifs

Ce sont ici 10 phases distinctes de modélisation qui sont appliquées (pour chacun des 10 motifs de boucles de déplacements décrits plus haut). Pour chacun de ces motifs, on applique successivement plusieurs modèles. Le premier modèle est un modèle de génération des boucles pour déterminer si l'individu va ou non réaliser au moins une boucle de déplacement. Pour une personne donnée, le modèle prévoit la probabilité d'occurrence des deux alternatives possibles, à savoir :

0	N'effectue aucune boucle de déplacement
1+	Effectue une boucle de déplacement ou plus

Le second modèle est un modèle « stop-repeat » pour déterminer la probabilité qu'un individu réalise une autre boucle de déplacements ("repeat") ou non ("stop"). Pour un individu donné, le modèle prévoit la probabilité de deux états possibles, à savoir:

Stop	N'effectue PAS d'autre boucle de déplacement
Repeat	Effectue une autre boucle de déplacement

Selon les motifs, les variables considérées peuvent être différentes. Elles prennent toutefois toujours en compte des variables sur les individus (âge, sexe, occupation principale, possession du permis de conduire, niveau d'études, ..) et sur les ménages (nombre de permis et de véhicule du ménage, nombre d'adultes et d'enfants), ...

### **6.2.6.3 Modèles appliqués aux boucles de déplacement**

#### Modèles désagrégés de choix conjoint du mode et de la destination

Un modèle logit permet de choisir conjointement le mode et la destination. A chaque motif de déplacement correspond un modèle logit différent.

Les variables prises en compte portent sur les caractéristiques de l'individu (y compris la localisation de son domicile), les caractéristiques de chaque destination potentielle du déplacement (nombre d'emplois, surface commerciale, nombre d'habitants...), le niveau de service pour l'origine-destination considérée (temps de parcours généralisé).

Pour un déplacement, le modèle compare ainsi les utilités de 13 x 1400 couples mode x destination.

### **6.2.7 Echantillon prototypique et facteurs d'expansion**

Les modèles sont appliqués à des individus ou à des boucles de déplacement.

Pour obtenir des matrices de déplacements de zone à zone du découpage zonal, la technique de l'échantillon prototypique et des facteurs d'expansion permet de passer des résultats obtenus au niveau désagrégé des individus aux résultats agrégés (matrices de déplacements de zone à zone par mode et par motif).

Les modèles désagrégés de possession du permis de conduire, de motorisation et de fréquence des boucles de déplacements sont appliqués à un échantillon dit prototypique, représentatif de la population concernée. Cet échantillon est constitué dans le cas présent des individus enquêtés dans l'Enquête Globale Transport, EGT, qui est représentatif de la population de l'Île-de-France.

On étend alors les résultats des modèles obtenus sur cet échantillon aux diverses zones géographiques afin de connaître pour chaque zone, le nombre de boucles de déplacements qui l'ont pour origine. Pour ce faire, on détermine des classes d'individus dans l'échantillon prototypique. On cherche le poids à attribuer à chaque classe pour qu'une fois pondéré par ces poids, l'échantillon se rapproche le plus possible de valeurs dites cibles (telles que la population totale de la zone, l'emploi total etc.) tout en étant le moins possible déformé par rapport à sa structure initiale. Le calcul des poids se fait par minimisation d'une forme quadratique.

Connaissant, pour chaque individu de l'échantillon, la probabilité de réaliser une boucle de déplacement pour un motif donné, et la pondération définie ci-dessus, il est aisé de passer du niveau de l'individu au niveau de la zone. Suivant les valeurs des variables cibles, le nombre de boucles originaires d'une zone variera.

### ***6.2.8 La procédure du point pivot***

Pour l'année de référence, on reconstitue une matrice de base pour chacun des modes retenus à l'aide des résultats du modèle. Cependant, comme l'approche par boucles est une simplification de la réalité plus complexe de la chaîne de déplacements, certains déplacements (déplacements secondaires n'ayant pas pour origine le domicile) ne sont pas pris en compte. L'application du modèle permet en fait de répartir le nombre de déplacements total journalier observé par l'Enquête Globale Transport par zones origine et destination, modes et motifs.

Pour un scénario (horizon futur ou modification des données d'entrée), le modèle détermine les changements de comportements, par application des différents modèles aux personnes de l'échantillon d'EGT. Ces changements sont alors appliqués de manière relative aux matrices de l'année de base, c'est-à-dire l'année de la situation qui a permis de constituer le modèle à savoir 2001 (méthode du pivot). On réalise ainsi une déformation des matrices de base plutôt que de produire de nouvelles matrices ex nihilo pour les scénarios testés.

### ***6.2.9 Période de la journée***

Les résultats doivent permettre des analyses sur les déplacements journaliers ainsi que sur l'heure de pointe dimensionnante qui est pour les transports collectifs franciliens la pointe du matin. Pour ce faire, **ANTONIN 2** estime d'abord la demande de déplacements sur la journée puis répartit cette demande globale suivant les périodes horaires de pointe du matin, d'heures creuses et de pointe du soir à partir de coefficients de passage issus de l'Enquête Globale Transport de 2001 par motifs et modes déplacements.

### ***6.2.10 L'affectation des déplacements sur les réseaux***

Les matrices de déplacements par mode et par motif sont affectées sur les réseaux de transport afin d'obtenir des estimations de trafic sur l'ensemble des lignes de transports collectifs ou arcs du réseau de voirie.

### **6.2.10.1 Affectation sur les réseaux routiers**

**ANTONIN 2** dispose d'un module d'affectation pour les voitures prenant en compte les courbes débit-vitesse de DAVIS. Des courbes débit-vitesse différentes sont utilisées selon la nature des voies. L'affectation est faite à l'équilibre.

C'est la matrice de déplacements en voiture particulière conducteur de l'heure de pointe du matin qui est affectée sur les réseaux routiers.

### **6.2.10.2 Affectation sur les réseaux de transports collectifs**

L'affectation sur les réseaux de transports collectifs est spécifique à **ANTONIN 2**. En effet, le processus de modélisation conduit non pas à une matrice de déplacements en transports collectifs unique mais à XX matrices de déplacements selon chacune des chaînes de déplacements en transports collectifs considérés.

Chacune de ces matrices fait l'objet d'une affectation séparée. La somme de ces affectations fournit le trafic total de chaque tronçon de ligne de transports collectifs.

La méthode d'affectation est une affectation « multi chemin », c'est-à-dire que pour un couple origine destination et une chaîne modale données, les utilisateurs se répartissent sur les meilleurs chemins (jusqu'à une demi-douzaine environ), selon le coût généralisé de chacun d'entre eux (la probabilité de prendre un chemin particulier est inversement proportionnelle au temps généralisé de ce chemin).

## **6.3 Les variables d'entrée de la modélisation**

### ***6.3.1 Le découpage en zones de la région Ile-de-France***

Les variables socio-économiques et démographiques ont une influence majeure sur les décisions qui conduisent à se déplacer et sur les caractéristiques de ces déplacements. En particulier, le revenu et l'activité interviennent dans le choix de motorisation. L'âge, le sexe et la catégorie socioprofessionnelle conditionnent le nombre et la nature des déplacements.

De plus, un découpage fin et des données zonales fiables sont un point essentiel dans tout processus de modélisation.

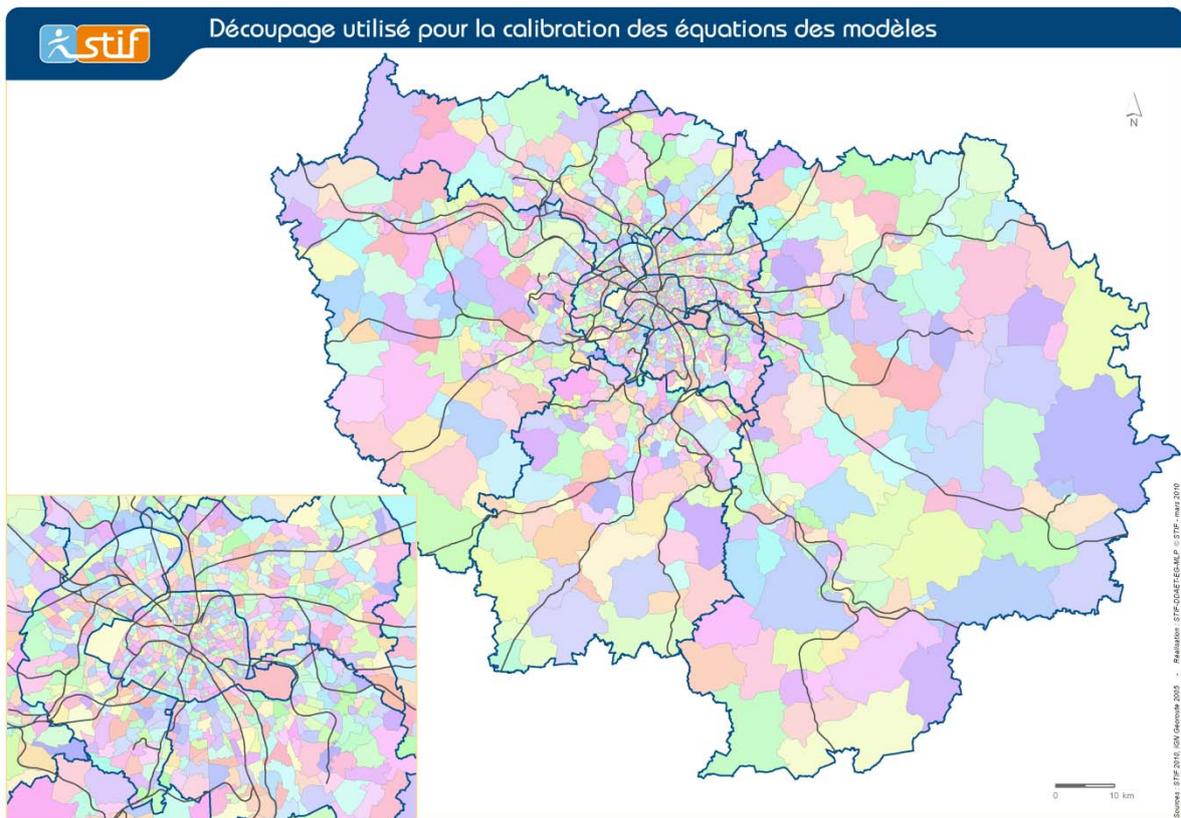
#### **6.3.1.1 Le découpage utilisé pour la calibration des équations des modèles**

L'Ile-de-France a été découpée en 1342 zones selon un zonage pertinent vis à vis de l'offre et de la contexture des réseaux de transports collectifs.

Ce découpage est réalisé en fonction d'un certain nombre de critères :

- La nature de la surface découpée : zones d'emplois, de commerce ou d'habitat, zones pavillonnaires ou habitat collectif, centres villes ou zones résidentielles.
- La densité de population (pas plus de 10 000 habitants par zone).
- La constitution de zones qui englobent des secteurs proches des gares où le rabattement à pied est possible et des zones plus lointaines où le rabattement doit se faire en bus ou en voiture.

On notera qu'en Grande Couronne, certaines communes peu urbanisées ont été agrégées ensemble.



Pour l'ensemble des zones du découpage de l'Île de France retenues pour le modèle, on dispose de données socio-économiques diverses. Il s'agit principalement des données issues du recensement général de la population de 1999 et 2006 mais aussi de données plus spécifiques sur l'emploi ou les effectifs d'étudiants.

Un découpage différent est utilisé pour chaque nouvelle étude. En effet, plus la zone d'étude est découpée finement, plus ce découpage permet d'avoir une modélisation de qualité.

Les principales caractéristiques du découpage sont :

- une adaptation à la morphologie urbaine (coupure, zone homogène),
- un découpage le plus fin possible autour des points d'arrêts TC.

Il est donc important d'avoir le maximum d'informations sur le projet à ce stade (zone d'intérêt du projet, scénario et points d'arrêt pressentis).

**6.3.2 Données zonales**

**6.3.2.1 Liste des variables utilisées dans la modélisation pour chaque zone du modèle**

Les données zonales sont des données permettant de décrire, pour chaque zone du modèle, la population, l'emploi, les surfaces commerciales, le nombre d'étudiants au lieu d'étude et le coût du stationnement.

Nombre total d'emplois
Surface totale des commerces dont la surface est comprise entre 300 et 5000 m <sup>2</sup>
Surface totale des commerces dont la surface est supérieure à 5000 m <sup>2</sup>
Aire de la zone en m <sup>2</sup>
Nombre d'hommes actifs avec emploi
Nombre de femmes actives avec emploi
Nombre total hommes
Nombre d'hommes 0-19 ans
Nombre d'hommes 20-39 ans
Nombre d'hommes 40-59 ans
Nombre d'hommes 60-74 ans
Nombre d'hommes de plus de 75 ans
Nombre total de femmes
Nombre de femmes 0-19 ans
Nombre de femmes 20-39 ans
Nombre de femmes 40-59 ans
Nombre de femmes 60-74 ans
Nombre de femmes de plus de 75 ans
Population totale
Nombre de ménages
Nombre de ménages de 1 personne
Nombre de ménages de 2 personnes
Nombre de ménages de 3 personnes
Nombre de ménages de 4 personnes
Nombre de ménages de 5 personnes
Nombre de ménages de 6 personnes et plus
Nombre de ménages avec 0 voiture
Nombre de ménages avec 1 voiture
Nombre de ménages avec 2 voitures ou plus
Nombre d'étudiants au lieu d'étude
Revenu médian des ménages
Coût horaire moyen du stationnement sur voirie

### 6.3.2.2 Source des données utilisées pour l'élaboration du modèle

#### Populations

Les données de population utilisées pour l'élaboration du modèle sont issues du recensement de 1999 à partir de l'agrégation des informations fournies par l'INSEE au niveau des IRIS.

#### Emplois

Les données d'emplois utilisées pour l'élaboration du modèle sont issues du

- des navettes domicile – travail au niveau communal résultats du recensement de la population de 1999 (exploitation complémentaire, sondage au quart)
- de l'Enquête Régionale Emploi de 2001 qui fournit des informations sur le nombre d'emplois au niveau des IRIS INSEE.

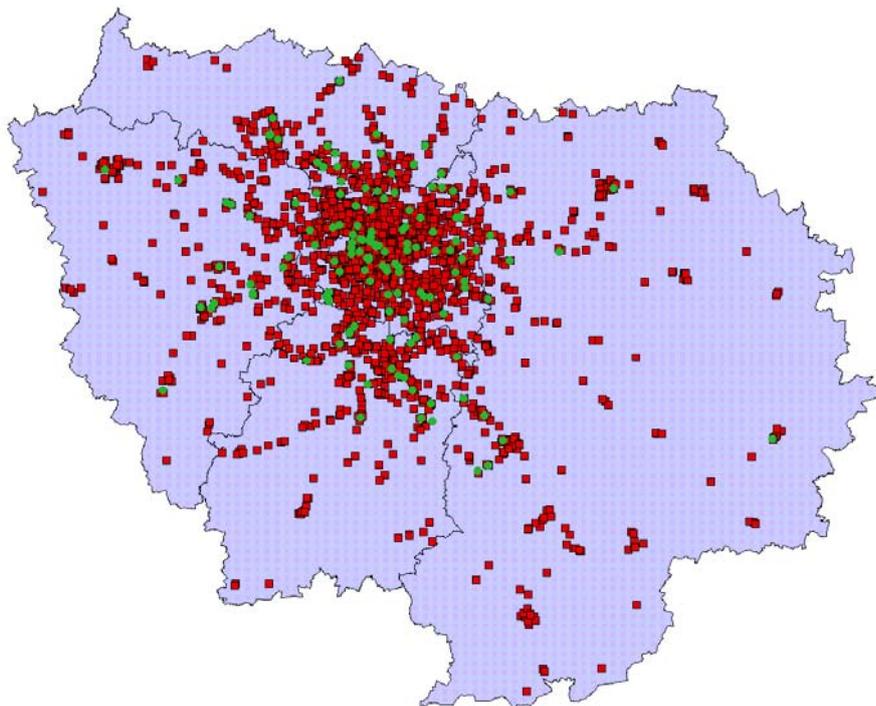
Le total communal du nombre d'emplois issus du recensement de la population a été réparti entre les iris constituant chaque commune, au prorata des informations de l'ERE.

#### Surfaces commerciales

Les données commerciales du modèle pour la situation actuelle ont été directement calculées à partir de données du SIG de l'IAU-IDF, qui permet de connaître notamment la surface et la localisation des commerces franciliens en 2004 : 2872 commerces dont la surface est comprise entre 300 et 5000 m<sup>2</sup> sont répertoriés, ainsi que 141 centres commerciaux dont la surface est supérieure à 5000 m<sup>2</sup>.

Les données d'entrée du modèle sont les suivantes, pour chacune des 1342 zones :

- Nombre et surface totale pour les commerces dont la surface est comprise entre 300 et 5000 m<sup>2</sup> (en rouge)
- Nombre et surface totale pour les commerces dont la surface est supérieure à 5000 m<sup>2</sup> (en vert)
- **Centres commerciaux en Ile-de-France aux début des années 2000 suivant leur surface (entre 300 et 5 000 m<sup>2</sup> en rouge, plus de 5 000 m<sup>2</sup> en vert)**



### Revenu des ménages

Les données sur les revenus des ménages ont été constituées à partir du fichier de l'INSEE "Revenus fiscaux des ménages en 2002". L'INSEE a élaboré cette donnée à partir des fichiers exhaustifs des déclarations de revenus des personnes physiques et de la taxe d'habitation fournie par la Direction Régionale Générale des Impôts. Le revenu fiscal correspond à l'ensemble des ressources dont le ménage a bénéficié pendant une année : salaires (nets), loyers, pensions, retraites etc.

La donnée initiale est constituée, pour chaque commune d'Ile-de-France, de la médiane du revenu fiscal. On a adopté les règles suivantes pour affecter une valeur de revenu aux zones du modèle :

- Si la commune est découpée en plusieurs zones, la valeur médiane pour cette commune est affectée sur chacune de ses zones.
- Si une zone correspond à l'agrégation de plusieurs communes, la valeur retenue est la moyenne des médianes communales pondérée par le nombre de ménages.

Ces données sont utilisées à la fois dans le modèle de possession d'une voiture, ainsi que dans le modèle de calcul des fréquences des boucles de déplacement.

### Coût horaire moyen du stationnement sur voirie

Les données utilisées résultent d'une enquête menée par l'IAURIF en 2005 auprès de communes de Petite Couronne.

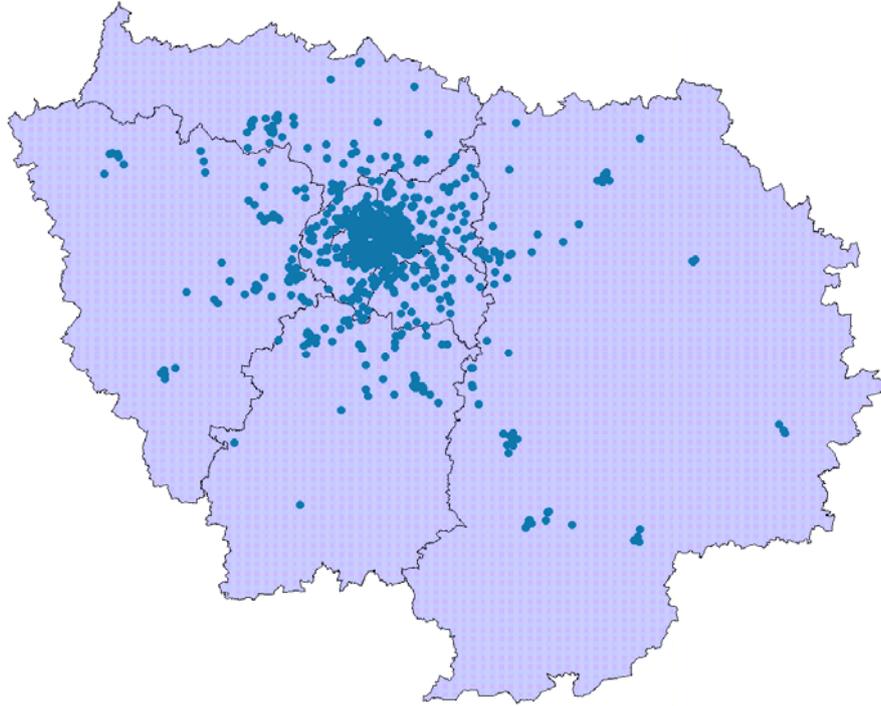
Le coût retenu pour la modélisation est pour chacune des zones du modèle, le coût du stationnement horaire sur voirie pour les visiteurs (il ne s'agit donc pas de la tarification spécifique pour les résidents, bien souvent très avantageuse par rapport au coût pour les non résidents) :

- pour Paris, ce coût est égal à 1, 2 ou 3 euros, suivant la localisation dans la capitale.
- pour la Petite Couronne, l'enquête de l'IAURIF a mis en évidence le fait, qu'en dehors de quelques cas particuliers, on pouvait considérer un tarif moyen horaire de 1 euro.
- pour la Grande Couronne, le stationnement n'est payant que dans les grandes villes (zones urbaines denses). Il est gratuit ailleurs.

### Etudiants

Une base de données sur les étudiants franciliens a été géocodée par le STIF à partir de l'annuaire national de l'enseignement supérieur publié par le magazine l'Etudiant (édition 2004).

L'information contenue dans cette base de données est le nombre de places d'études pour l'enseignement supérieur offertes par chaque établissement.



### Localisation des établissements d'enseignement supérieur recensés en 1999

Au final, la répartition du nombre d'étudiants par département est la suivante:

Département	Nombre de place d'étudiants (données 2004)
75	339 437
77	27 615
78	28 606
91	37 730
92	85 357
93	63 260
94	50 972
95	26 894
Total	659 871

### **6.3.3 Le réseau de voirie**

#### **6.3.3.1 Les nœuds du réseau de voirie**

**ANTONIN 2** comporte une description des réseaux de voirie et de transports collectifs ainsi qu'une localisation des zones du modèle. Chaque zone du modèle est repérée dans le réseau de voirie par un nœud appelé centroïde qui correspond à son barycentre eu égard à la répartition des populations et des emplois au sein de la zone lorsqu'il a été possible de connaître cette répartition, au barycentre géographique sinon.

Tous les nœuds des réseaux et ceux correspondant aux centroïdes de zones sont codés dans le réseau de voirie. Les nœuds de ce fichier correspondent donc à :

- des centroïdes de zones,
- des nœuds routiers,
- des stations de transports collectifs : bus, train, métro, RER, tram. On notera à cet égard qu'une station de correspondance comporte plusieurs nœuds (un par ligne)

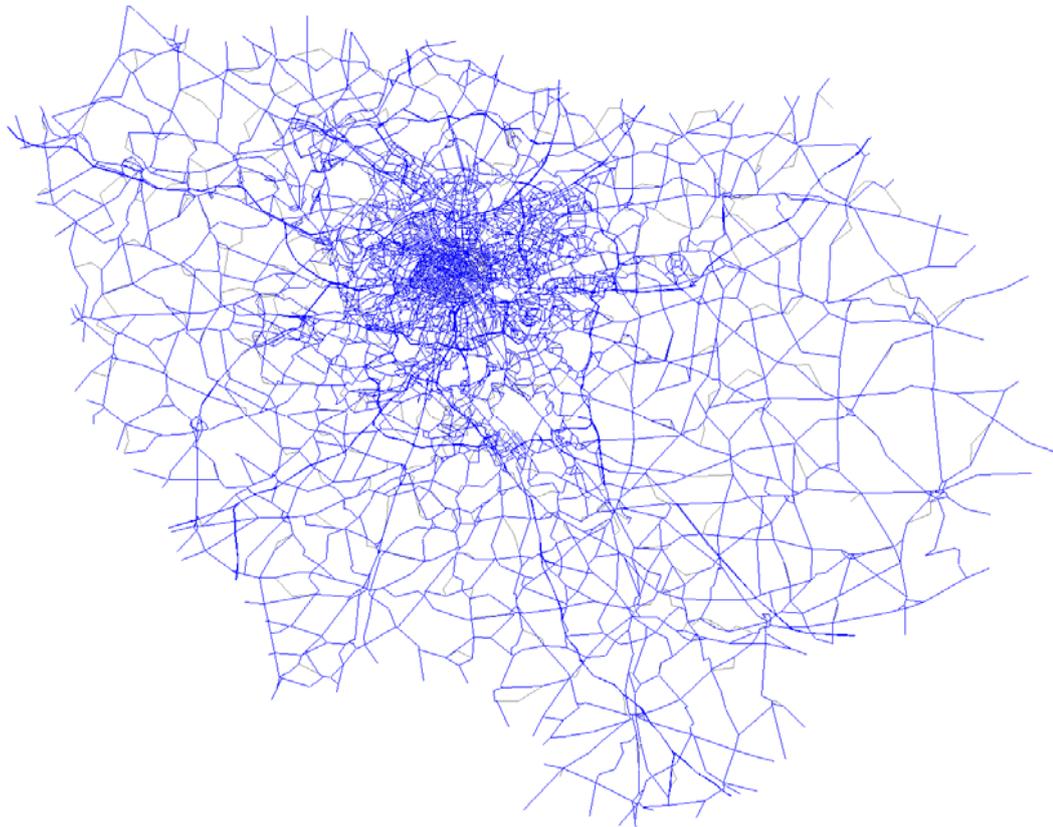
#### **6.3.3.2 Le réseau de voirie**

Le réseau de voirie est composé d'environ 33 000 arcs.

Le réseau comprend :

- L'ensemble du réseau de voirie rapide et d'autoroutes d'Ile-de-France
- La quasi-totalité des voies départementales
- Des voies locales en particulier lorsqu'elles sont le support de la circulation de lignes de bus.

#### **Réseau de voirie du modèle ANTONIN 2**



### 6.3.3.3 Variables descriptives des caractéristiques des arcs

Distance en kilomètre
Vitesse
Capacité horaire
Nombre de voie (par sens)
Nom de la voie

#### Vitesse de circulation

Les vitesses de circulation routière sont des variables d'entrée du modèle pour permettre le calcul des temps de parcours sur le réseau routier.

Ces vitesses ont été établies en fonction :

- de statistiques réalisées à partir de la base de données de temps de parcours fournies par SIRIUS (système d'exploitation de la Direction des Infrastructures Routières en Ile-de-France) pour les autoroutes et voies rapides,
- d'informations fournies par la Ville de Paris pour le Bouvard Périphérique.

Les vitesses sont différenciées selon

- la nature de la voie
- sa localisation en Ile-de-France
- la période de la journée.

On notera que la catégorie "voirie primaire" regroupe les axes principaux (hors réseau autoroutier) et peut par conséquent contenir certains tronçons de voies départementales (lorsqu'ils sont à 2x2 voies ou à chaussées séparées).

Pour l'estimation des modèles, les valeurs suivantes ont été retenues :

**Vitesses à l'heure de pointe du matin hors autoroutes et voies rapides**

En km/h	Paris	Zone agglomérée hors Paris	Hors zone agglomérée
Voie rapide	25	--	--
Voie primaire	20	25	50
Voie secondaire	15	20	45
Voie de desserte	10	15	35
Echangeurs	25	25	30

**Vitesses à l'heure de pointe du matin sur autoroutes et voies rapides**

	Autoroutes situées		
En km/h	entre le Boulevard Périphérique et l'A86	entre l'A86 et la Francilienne	au-delà de la Francilienne
Autoroute	40	55	70
Voie rapide	35	45	55

Capacité des voies

La capacité en véhicules par file de circulation et par heure est utilisée lors de l'affectation des flux de déplacements en voiture particulière sur le réseau routier. Les valeurs de capacité retenues sont les suivantes :

**Capacité par file de circulation selon le type de voie et sa localisation**

En nombre de véhicules par heure	Paris	Extérieur de Paris
Type de largeur de voie	Sens unique	Sens unique
Impraticable	500	600
Étroit, < 5 m	500	600
Mi-Large, 5-9 m	500	600
Large, 9-12 m	550	600
Super-Large, > 12 m	600	800
Double chaussée	1100	1400
Double chaussée de type autoroutier	1600	1850
Autoroute	-	2000
Echangeur	1600	1600
Connecteur	9999	9999

#### 6.3.4 Les réseaux de transports collectifs

Les réseaux de transports collectifs sont décrits très précisément pour deux périodes horaires :

- L'heure de pointe du matin
- L'heure creuse du matin

Les réseaux décrits sont les suivants :

- L'ensemble de l'offre des lignes de métro
- L'ensemble de l'offre des lignes de RER
- L'ensemble de l'offre des lignes de trains de banlieue
- L'ensemble de l'offre des lignes de tramway
- L'ensemble de l'offre des lignes de bus exploitées par la RATP
- L'offre d'une sélection de 300 lignes de bus exploitées par les entreprises affiliées à l'association OPTILE, correspondant aux lignes de plus fort trafic totalisant les 2/3 du trafic de ces lignes de bus.

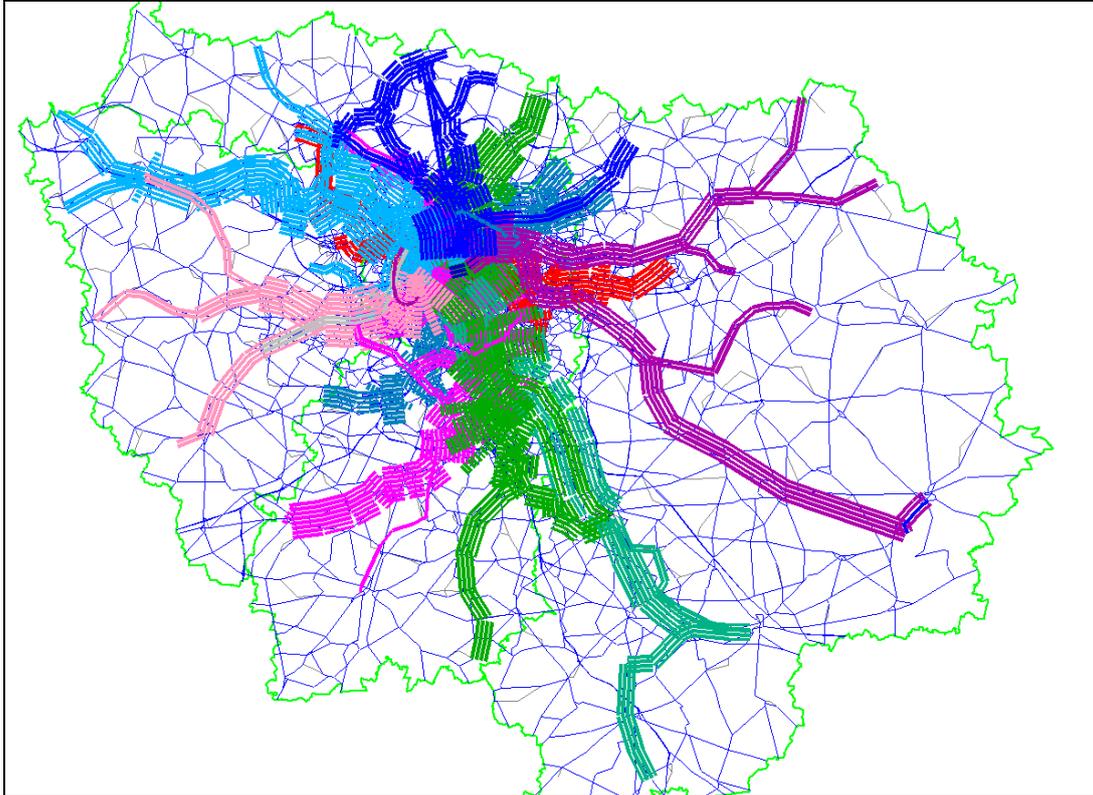
Chaque mission est décrite avec l'ensemble des variables suivantes :

Nom de la mission ou de la ligne
Circulation dans un sens ou dans les deux sens
Mode de transports collectives (bus, tramway, metro,

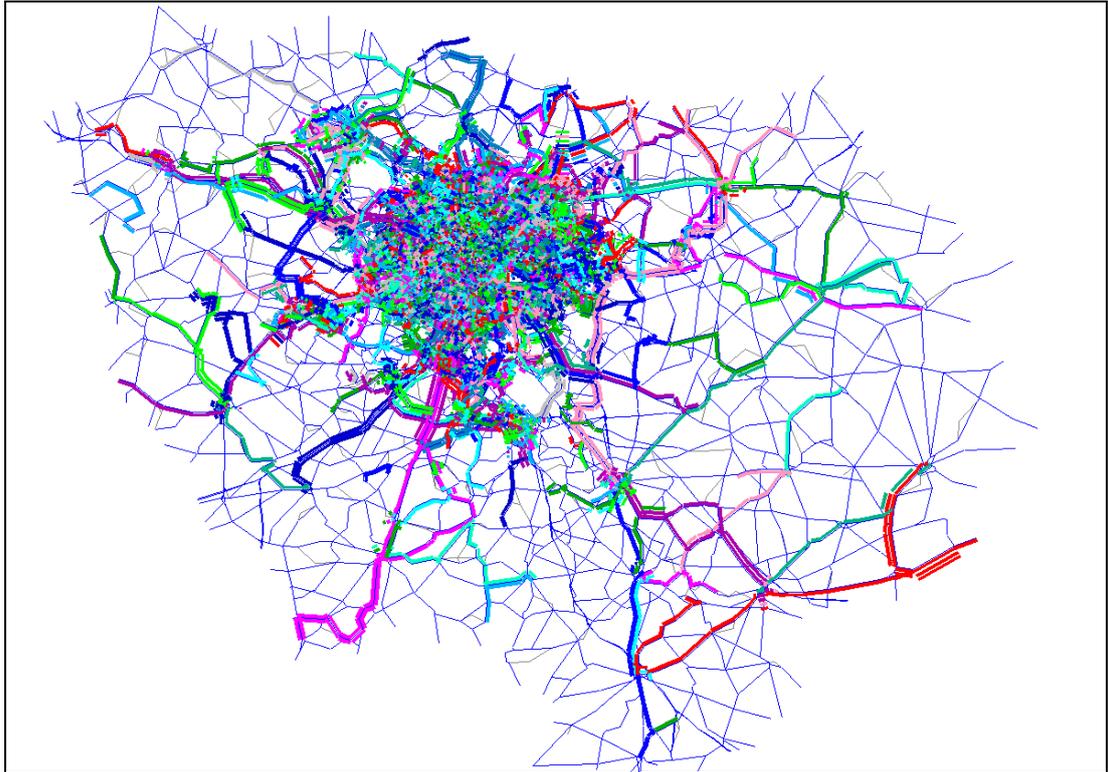
train, ...)

Fréquence à l'heure de pointe du matin et en heure creuse

Liste de la suite des points d'arrêts et des temps de parcours entre deux arrêts.



Réseau ferré



Réseau de surface