



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **Modéliser les déplacements**

---

## **avec Modus 3.1**

**Guillaume Tremblin**

Chef adjoint du département  
modélisation et études de la mobilité  
au service connaissance et développement durable  
de la direction régionale et interdépartementale de  
l'environnement de l'aménagement et des transports  
d'Île-de-France

**DRIEAT/SCDD/DMEM**

**Cours TAMUR - ENPC**

# Plan de l'intervention

- Que se passera-t-il si ?
- Comprendre la mobilité
- Choisir le bon modèle
- Reproduire les comportements
- Reproduire l'usage des réseaux de transport
- Utiliser le modèle et analyser les résultats



<http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/modelisation-des-deplacements-en-ile-de-france>

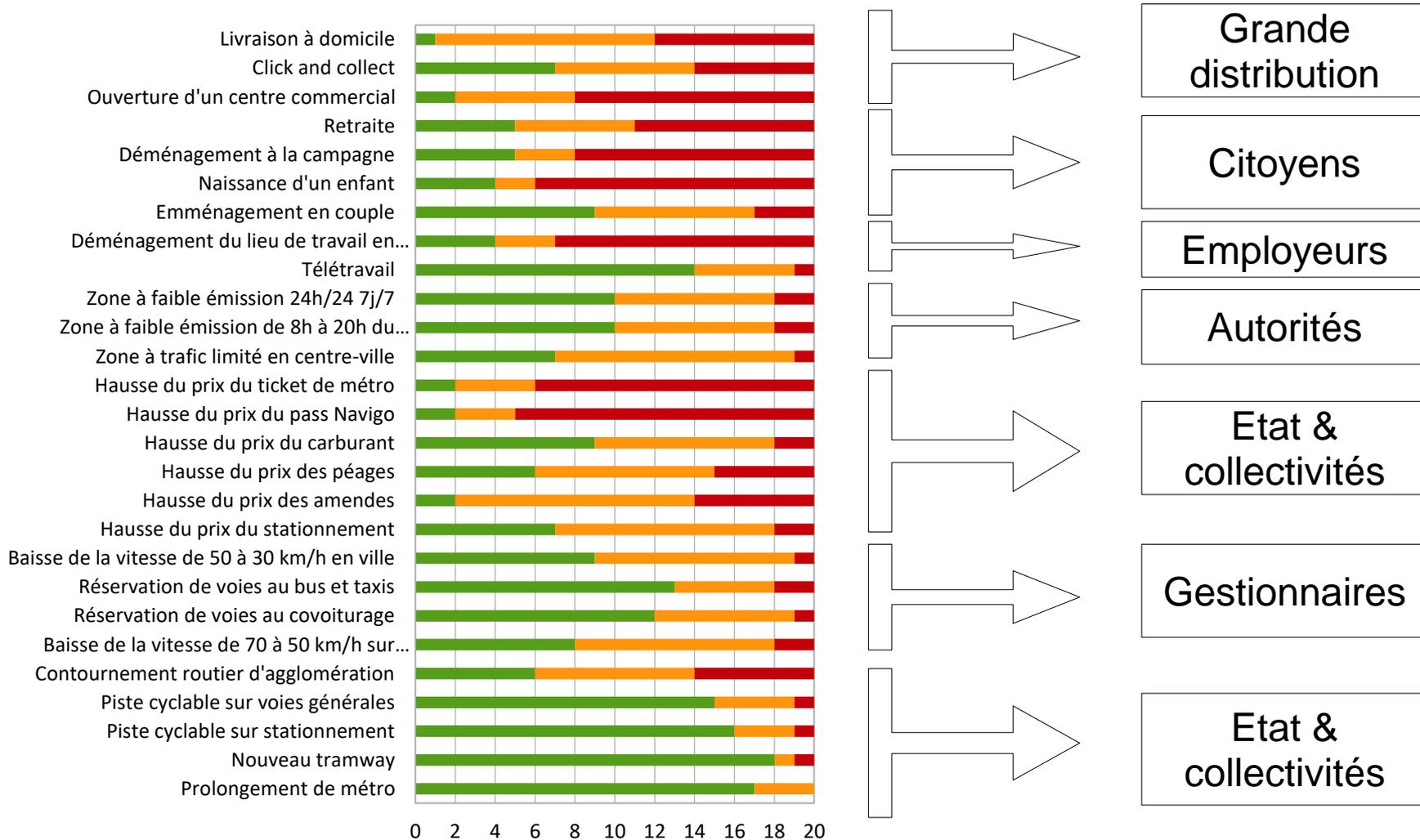
# Que se passera-t-il si ?

- 1) On prolonge une ligne de métro ? => M14, M18 nord, M19 ?  
On met en service un tramway ? => Avis sur études des carrefours
- 2) On interdit la circulation aux véhicules polluants ? => ZFE Crit'air 3 et +  
au transit par le centre-ville ? => ZTL
- 3) Le télétravail se généralise ? Le e-commerce se généralise ?  
=> Impact de la crise sanitaire sur la mobilité
- 4) Les coûts augmentent (carburant, stationnement, péages, navigo) ?  
=> prospective 2030-2050 / financement IdFM
- 5) On crée des pistes cyclables ? sur des voies de circulation ?  
=> Impact des coronapistes sur la pratique du vélo
- 6) On met en service un contournement autoroutier ? => CE Roissy  
On réserve des voies de circulation au covoiturage ? => VRJOP  
On baisse les vitesses limites ? => 30 km/h à Paris / 50 km/h sur BP

# Qui décide ? Qui choisit ?

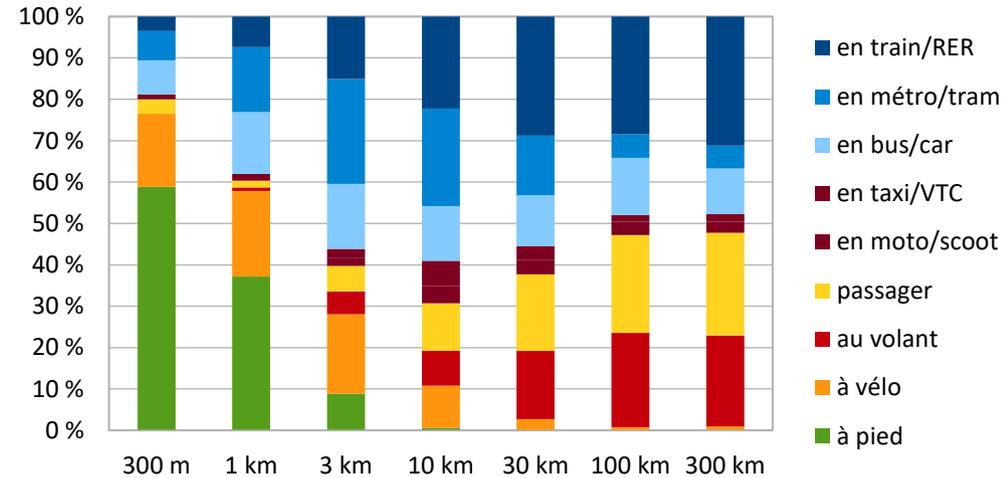
Impact environnemental positif de différents évènements

■ Oui ■ Possible ■ Non

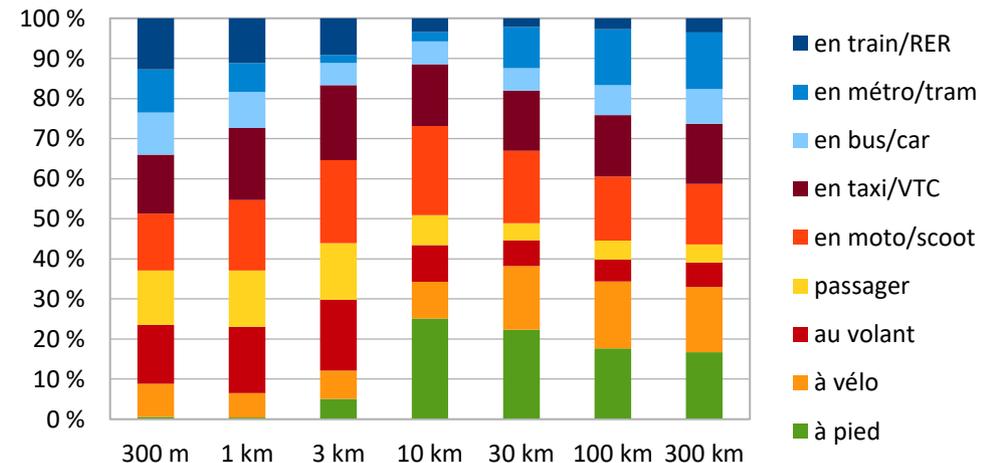


# Sondage préférences déclarées selon la distance à parcourir

Modes préférés selon la distance

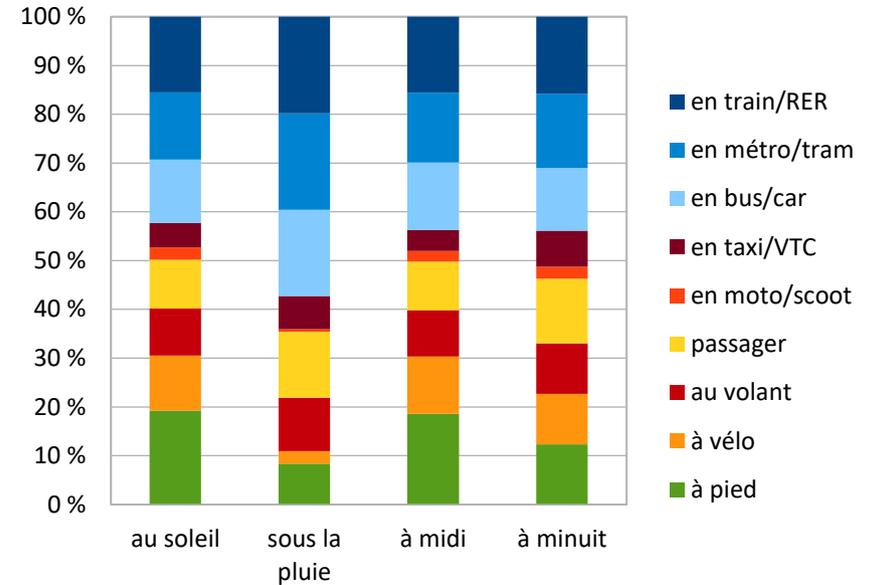


Modes évités selon la distance

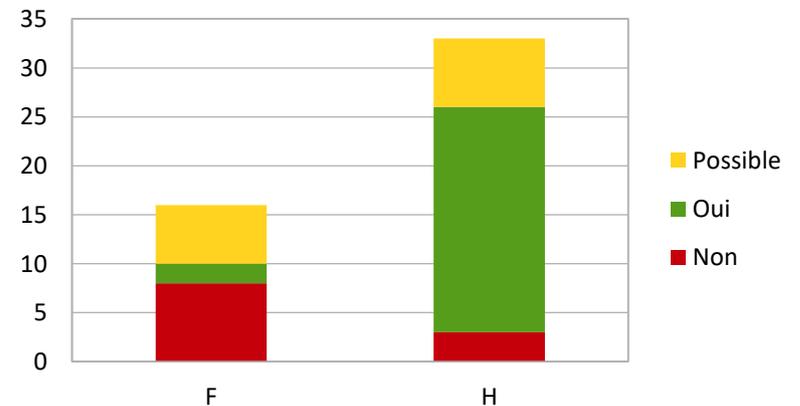


# Sondage préférences déclarées selon la météo et la période

Modes préférés selon la météo et la période



Préférence pour la marche à minuit selon le sexe de la personne interrogée



# Comprendre la mobilité

- Pourquoi ? => hiérarchisation des motifs et programmation
  - Par besoin : dormir, se nourrir, se soigner
  - Par devoir : travailler, étudier, accompagner
  - Par envie : se distraire, se rencontrer, voyager
  
- Où ? => choix de l'origine et de la destination
  - Besoin : logement, commerces, équipements publics
  - Devoir : lieux d'emploi, d'études, d'accueil et de garde
  - Envie : lieux de loisirs, de rencontres, de visites
  
- Comment ? => choix du mode et de la destination
  - En autonomie : marcher, rouler, conduire
  - Via un service public : transports collectifs, transport à la demande, secours
  - Via un service privé : taxi, VTC, covoiturage, livraison

# Comment sont déterminés les déplacements :

- Les motifs à satisfaire dépendent notamment :
  - de son activité principale (étudiant, employés, retraités, etc.)
  - de son rôle au sein du ménage (parent, enfant unique, frère aîné, grand-parent)
  - du jour et de la période horaire (jour travaillé, weekend, vacances, matin, midi, soir)
  
- La destination dépend notamment :
  - de l'offre accessible permettant de satisfaire son motif
  - du temps à consacrer à l'activité rapporté au temps passé à se déplacer
  - de ses moyens et sa propension à voyager plus ou moins loin
  
- Le choix de mode dépend notamment :
  - de ses moyens d'accès aux différents modes (véhicule, permis, abonnement)
  - du coût et du temps de parcours par chaque alternative (revenu, valeur du temps)
  - de sa perception du confort ou de la pénibilité associée à chaque alternative

# Comment choisir son itinéraire ?

- A pied :   

- A vélo : 

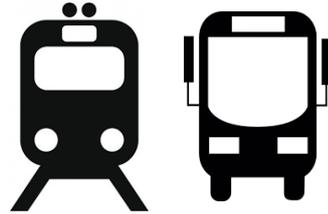
- En transports collectifs :  

- En transports individuels :   

# Optimiser son itinéraire

- A pied :   
  - le plus court chemin (le plus rapide ?)
  - le moins fatiguant (escalier, dénivelé)
  - le plus sûr (trottoir, passages cloutés, feux piétons, éclairage, commerces)
  - le plus agréable (conditions météo, bruit, aménagements paysagers)
  
- A vélo : 
  - le plus court chemin (le plus rapide ?)
  - le moins fatiguant (dénivelé)
  - le plus sûr (aménagements cyclables, petites rues, carrefours à feux)
  - le plus pratique (proximité du stationnement, vestiaire et douches à destination)
  - le plus agréable (conditions météo, bruit, terrain, etc.)

# Optimiser son itinéraire



## ■ En transports collectifs :

- le plus proche (arrêt de transport à l'origine et à destination)
- le plus rapide (vitesse des bus / tram / métro / RER)
- le plus fiable (fréquence de passage, nombre de correspondances, régularité)
- le moins fatiguant (escaliers, correspondances à pied)
- le plus agréable (proximité aux autres, places assises, vue sur l'extérieur)



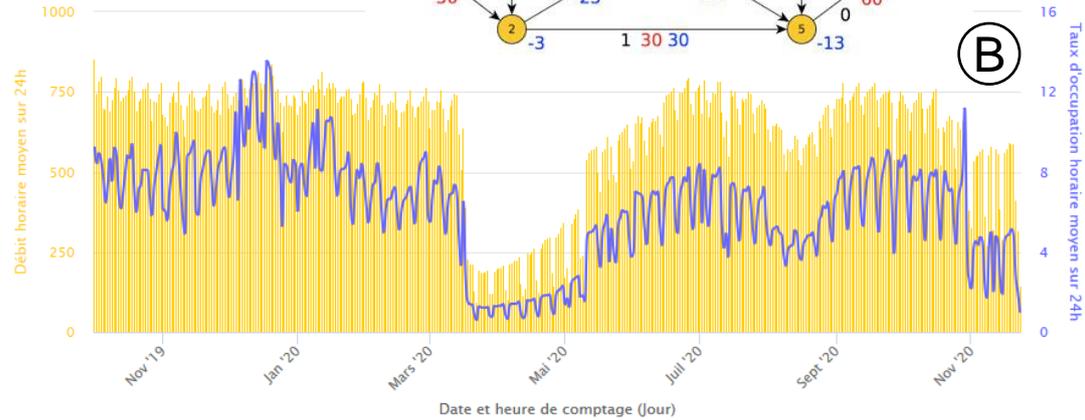
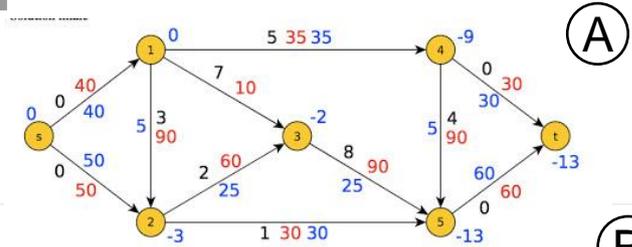
## ■ En transports individuels :

- le plus court (= le plus rapide et le moins cher ?)
- le plus rapide (vitesse limite, nombre de carrefours, congestion)
- le moins fatiguant (congestion, nombres de manœuvres)
- le plus fiable (congestion, accidents, travaux, manifestations)
- le plus pratique (proximité du stationnement, temps de stationnements)
- le moins cher (péage, stationnement payant, carburant, usure)

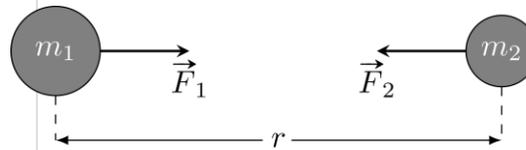
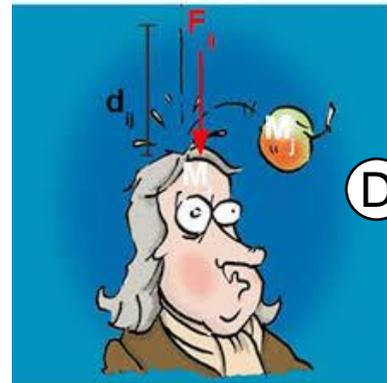
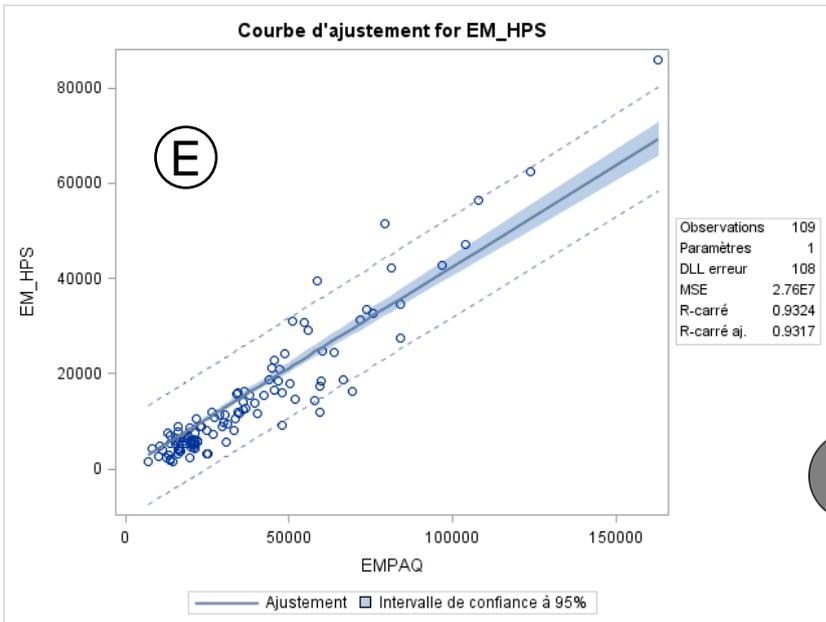
# Un modèle pour chaque besoin

## Différents modèles pour différents besoins

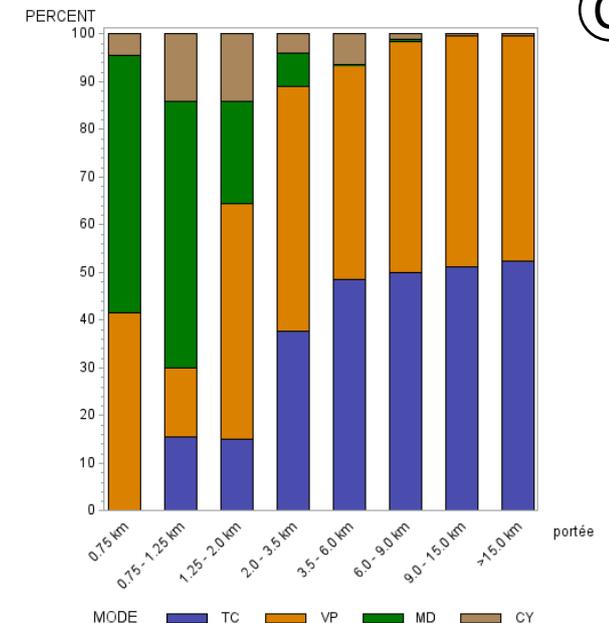
- 1) Modèle de séries chronologiques
- 2) Régression linéaire
- 3) Modèle non linéaire (ex : gravitaire)
- 4) Modèle de choix discret
- 5) Modèle de recherche opérationnelle



● Débit horaire moyen sur 24h — Taux d'occupation horaire moyen sur 24h  
**Part modale selon la portée à l'HPS**  
CAT=2 MOTIF\_C=5 TYPE=OBS



$$\|\vec{F}_1\| = \|\vec{F}_2\| = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



(C)



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

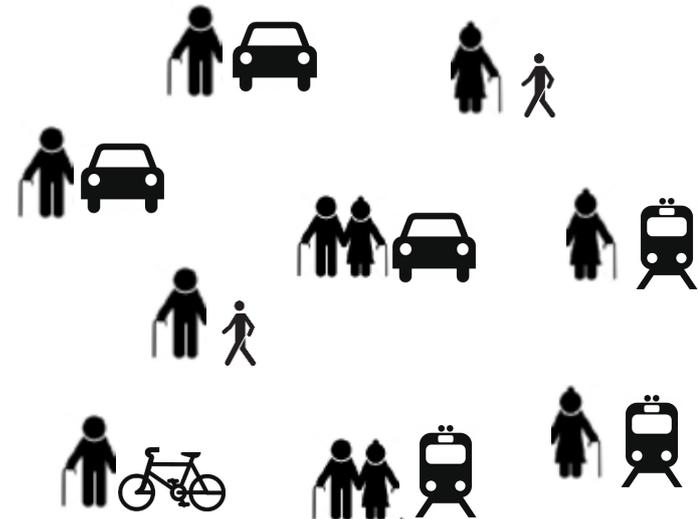
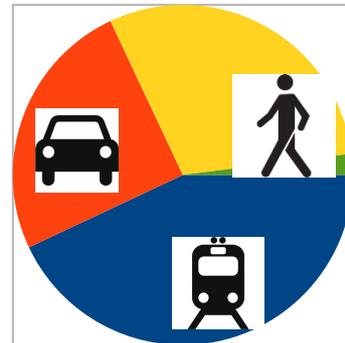
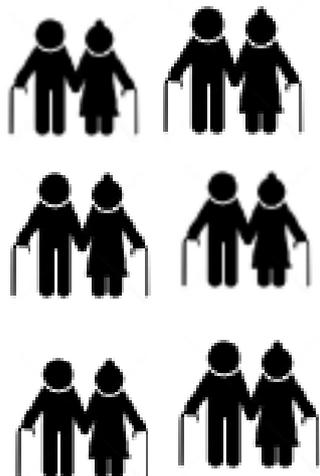
---

# MODUS 3.1

- La modélisation des déplacements avec MODUS
  - Objectif => Évaluer l'impact des projets de transport sur la mobilité des franciliens
  - Territoire => La région Île-de-France
  - Temporalité => Un jour de semaine, le matin (6h-10h), le soir (16h-20h) et en période creuse de jour (10h-16h), horizons d'études à 5, 10, 15 ou 20 ans
  - Offre de transport => Réseau routier et réseau de transport collectif sous Visum
  - Indicateurs => Charges et saturations des réseaux, vitesses et temps de parcours, montées-descentes et correspondances TC, isochrones
  
- Le type de modèle retenu
  - Modèle à 4 étapes macroscopique statique multimodal agrégé avec rétro-action
  - Segmentation => 7 activités principales, 11 motifs combinés, 2 catégories de captivité
  - Génération => 22\*3 modèles de régression linéaire sur les données d'occupation du sol
  - Distribution => 28\*3 modèles de distribution gravitaire des déplacements
  - Choix modal => 11 modèles de choix discret en logit non linéaire
  - Affectation => 3 modèles d'affectation sur les réseaux (VP – PL – TC)

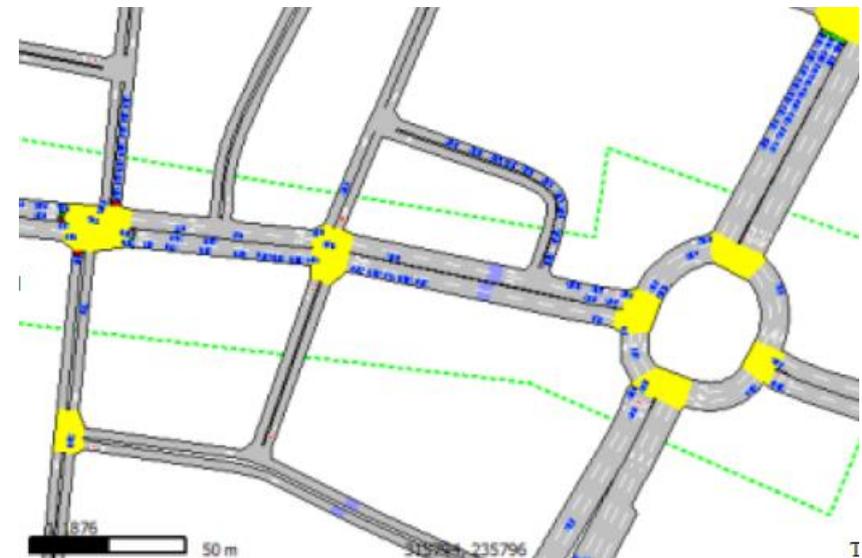
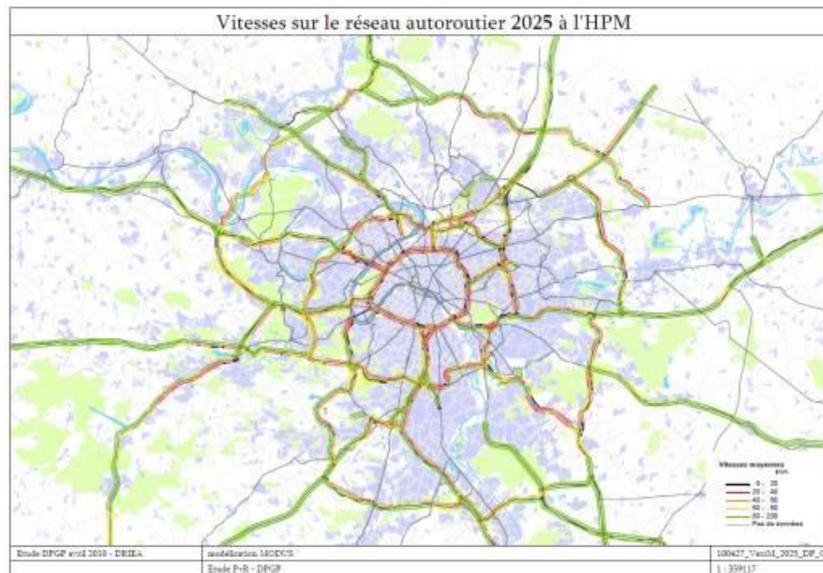
# Choix du modèle

Agrégé	Désagrégé
<p style="text-align: center;">Déterministe</p> <p style="text-align: center;"><i>Les usagers sont regroupés par segments homogènes et se répartissent entre les différentes possibilités</i></p>	<p style="text-align: center;">Probabiliste</p> <p style="text-align: center;"><i>Chaque usager fait un choix discret basé sur des lois de probabilités tenant compte de ses caractéristiques</i></p>



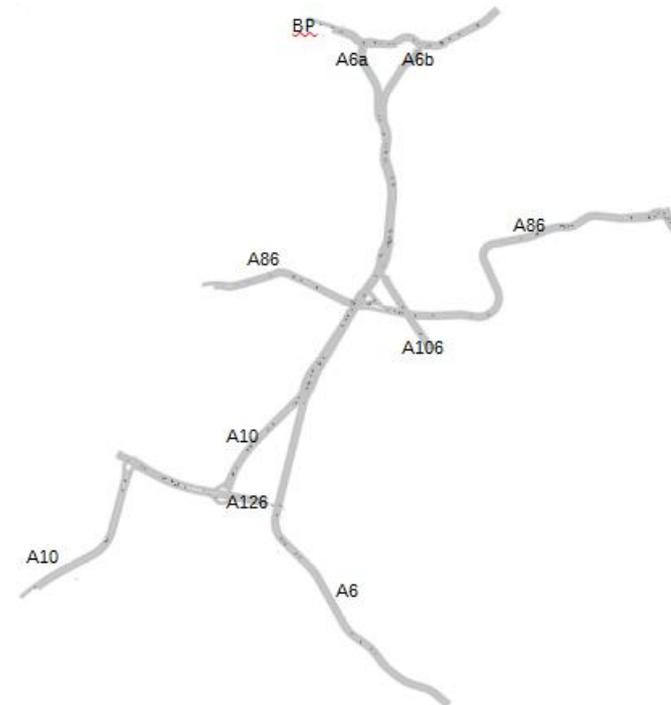
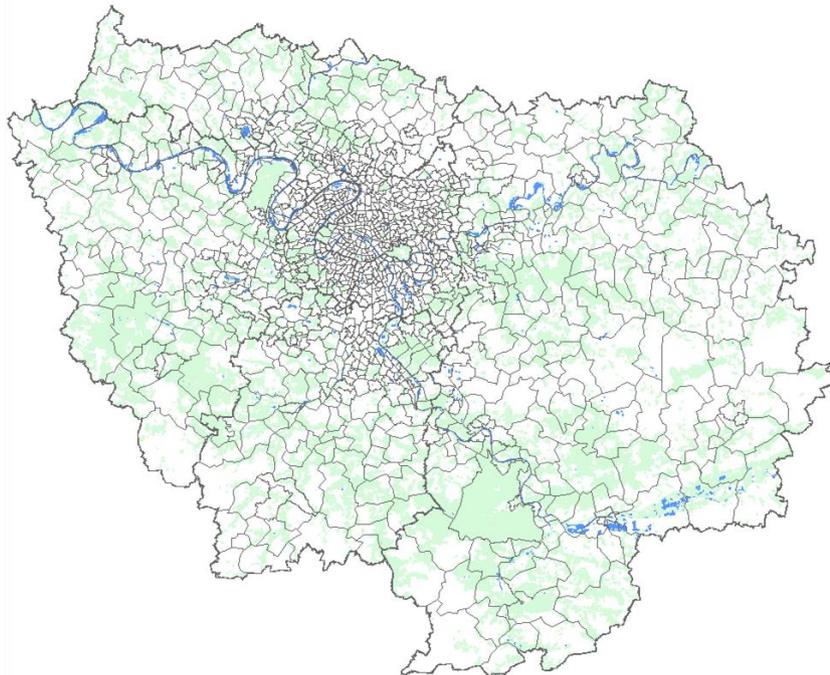
# Choix du modèle

Statique	Dynamique
<p style="text-align: center;">Simulation représentative</p> <p style="text-align: center;"><i>L'offre et la demande sont considérés en moyenne horaire sans variation au cours de la période modélisée</i></p>	<p style="text-align: center;">Simulation pas à pas</p> <p style="text-align: center;"><i>Les déplacements sont une succession de position sur le territoire capturé selon un pas de temps prédéfini</i></p>



# Choix du modèle

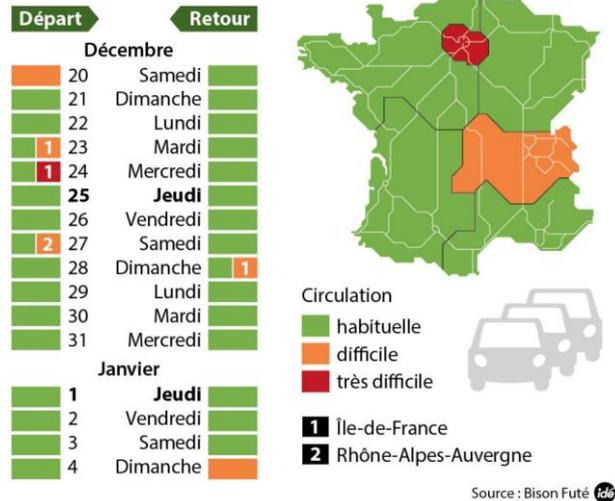
Macroscopique	Microscopique
<p data-bbox="612 491 804 534">Territoire</p> <p data-bbox="344 608 1076 751"><i>Les déplacements sont synthétisés en termes d'échanges à l'échelle d'un territoire plus vaste que leur portée</i></p>	<p data-bbox="1402 491 1683 534">Réseau local</p> <p data-bbox="1146 608 1944 751"><i>Les déplacements sont analysés à l'échelle locale de leur entrée à leur sortie du sous-réseau étudié</i></p>



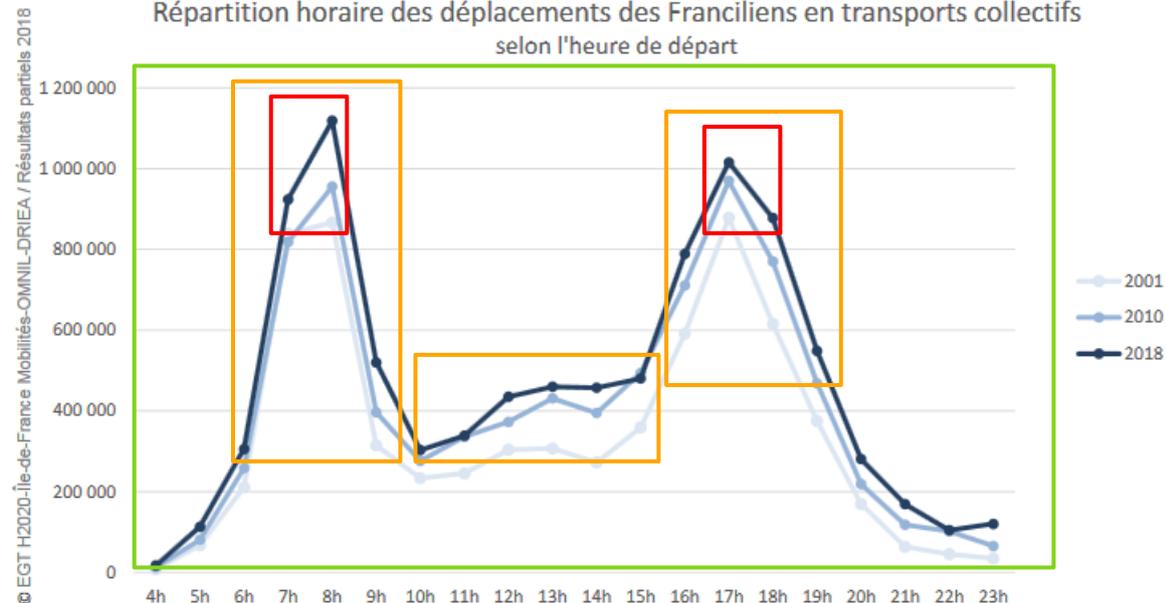
# Choix du modèle

Calendaire	Par période horaire
Usage  <i>Le modèle décrit l'ensemble des déplacements réalisés au cours de journées types (jour ouvrable, samedi, dimanche)</i>	Performance  <i>Le modèle ne s'intéresse qu'aux déplacements d'une période de temps limitée (ex : HPM)</i>

## Les prévisions de trafic



Répartition horaire des déplacements des Franciliens en transports collectifs selon l'heure de départ



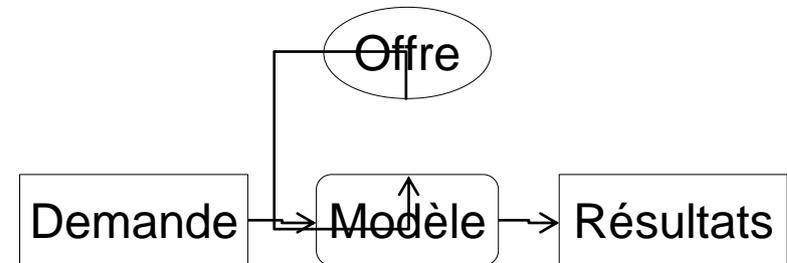
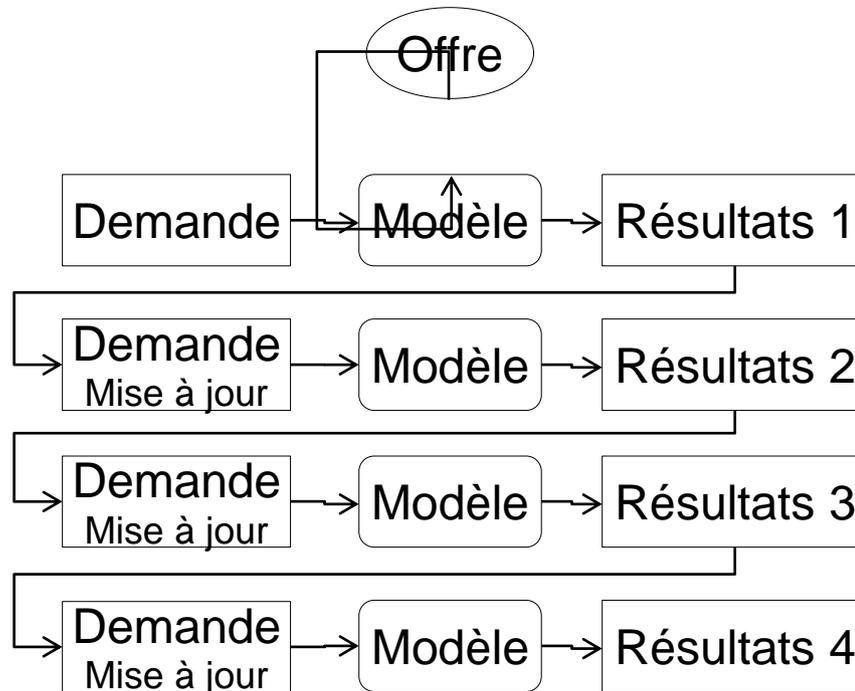
# Choix du modèle

Monomodal	Multimodal
<p>Gestionnaire de réseau</p> <p><i>Seuls les déplacements d'un mode sont modélisés</i></p>	<p>Autorité organisatrice</p> <p><i>Le modèle permet d'analyser plusieurs modes de déplacement et leurs interactions</i></p>

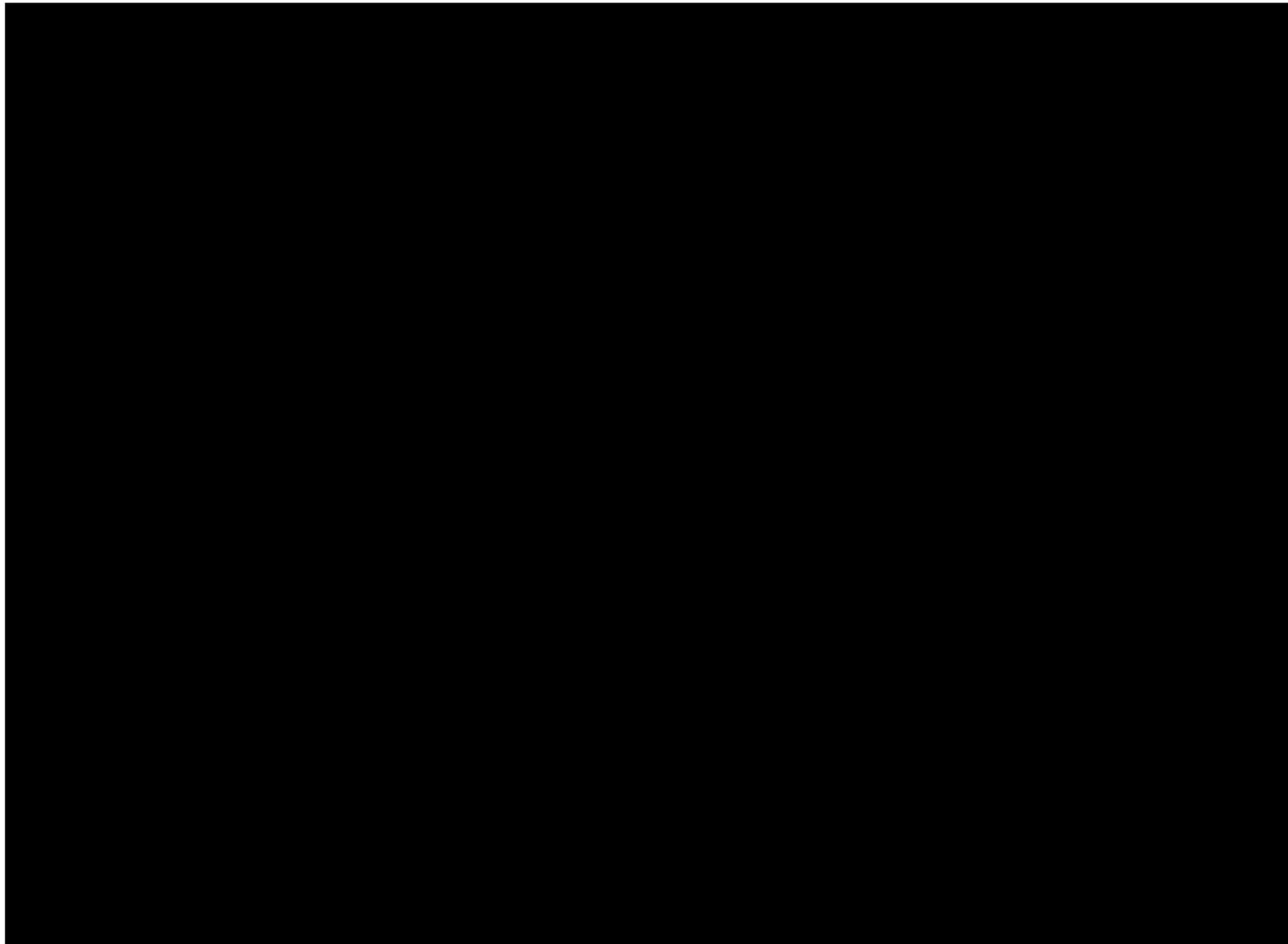


# Choix du modèle

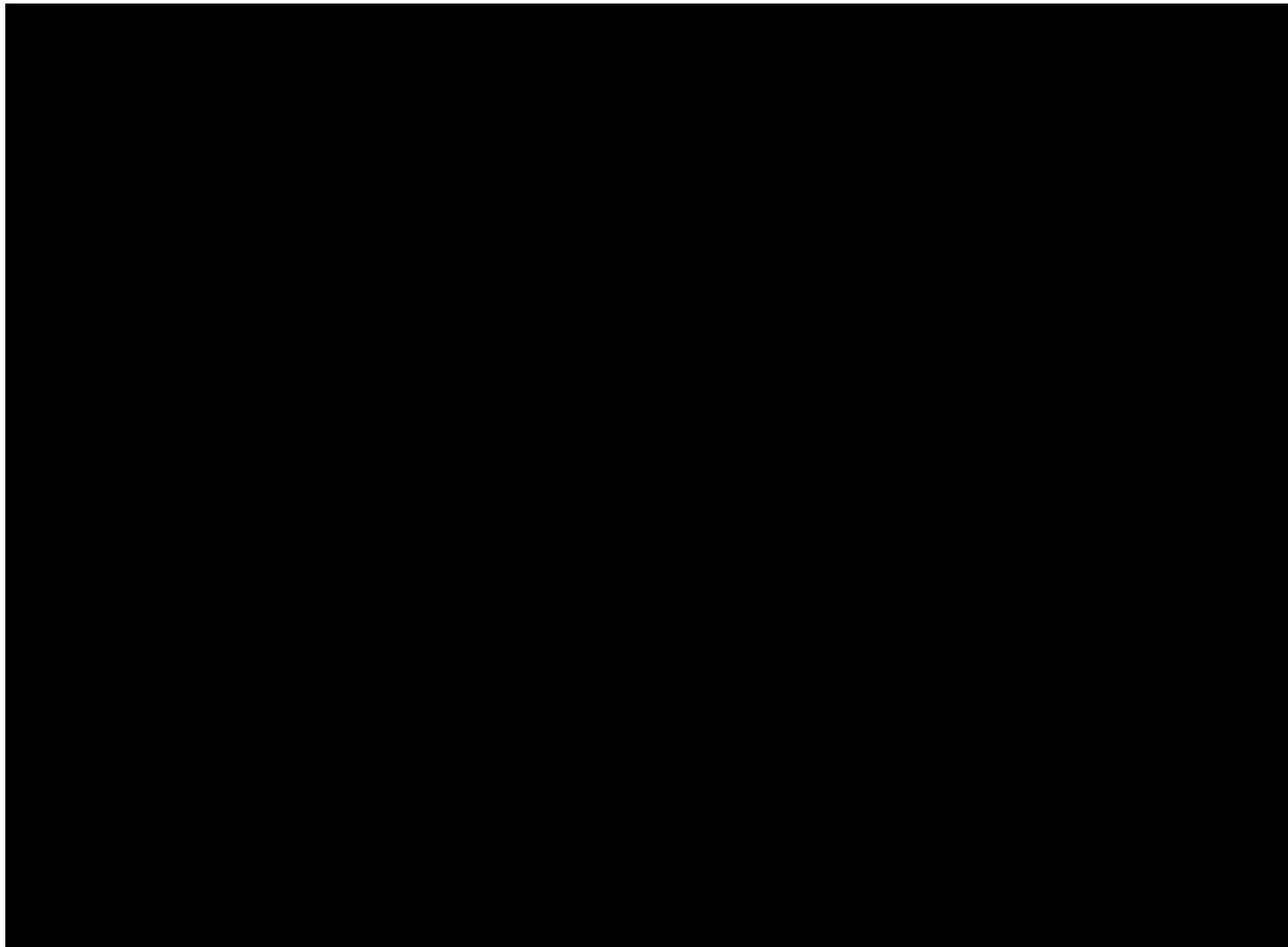
Avec rétro-action	Sans rétro-action
<p style="text-align: center;">Prospective</p> <p style="text-align: center;"><i>Le modèle permet de tenir compte des interactions entre offre et demande et d'atteindre un équilibre entre les 2</i></p>	<p style="text-align: center;">Court terme</p> <p style="text-align: center;"><i>Le modèle applique directement les comportements connus à l'évolution d'offre</i></p>



# Un usage à l'équilibre



# Et si on coupe l'A13 ?



Légende :

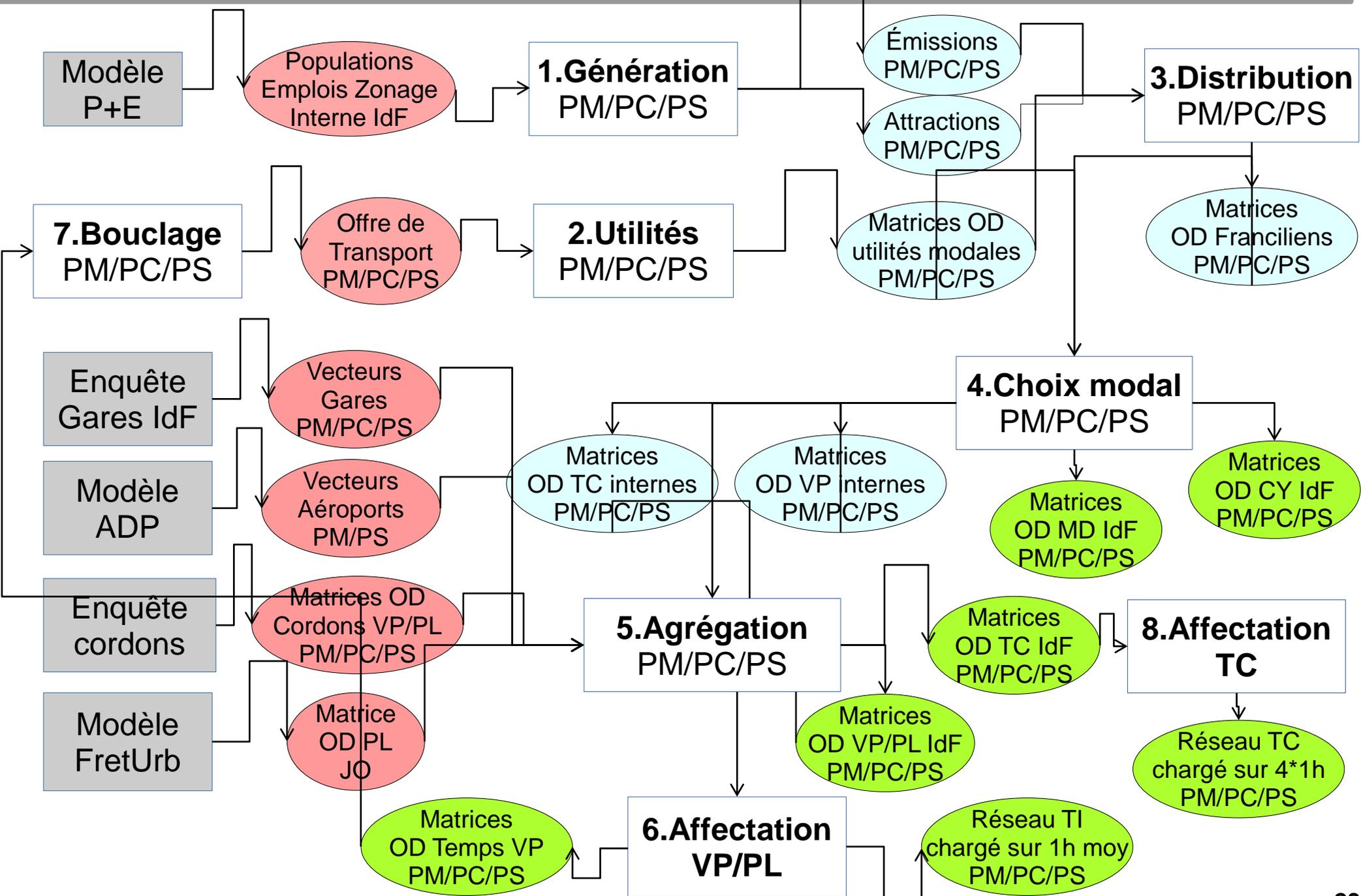
Modèle externe

Hypothèses exogènes

Étape Périodes

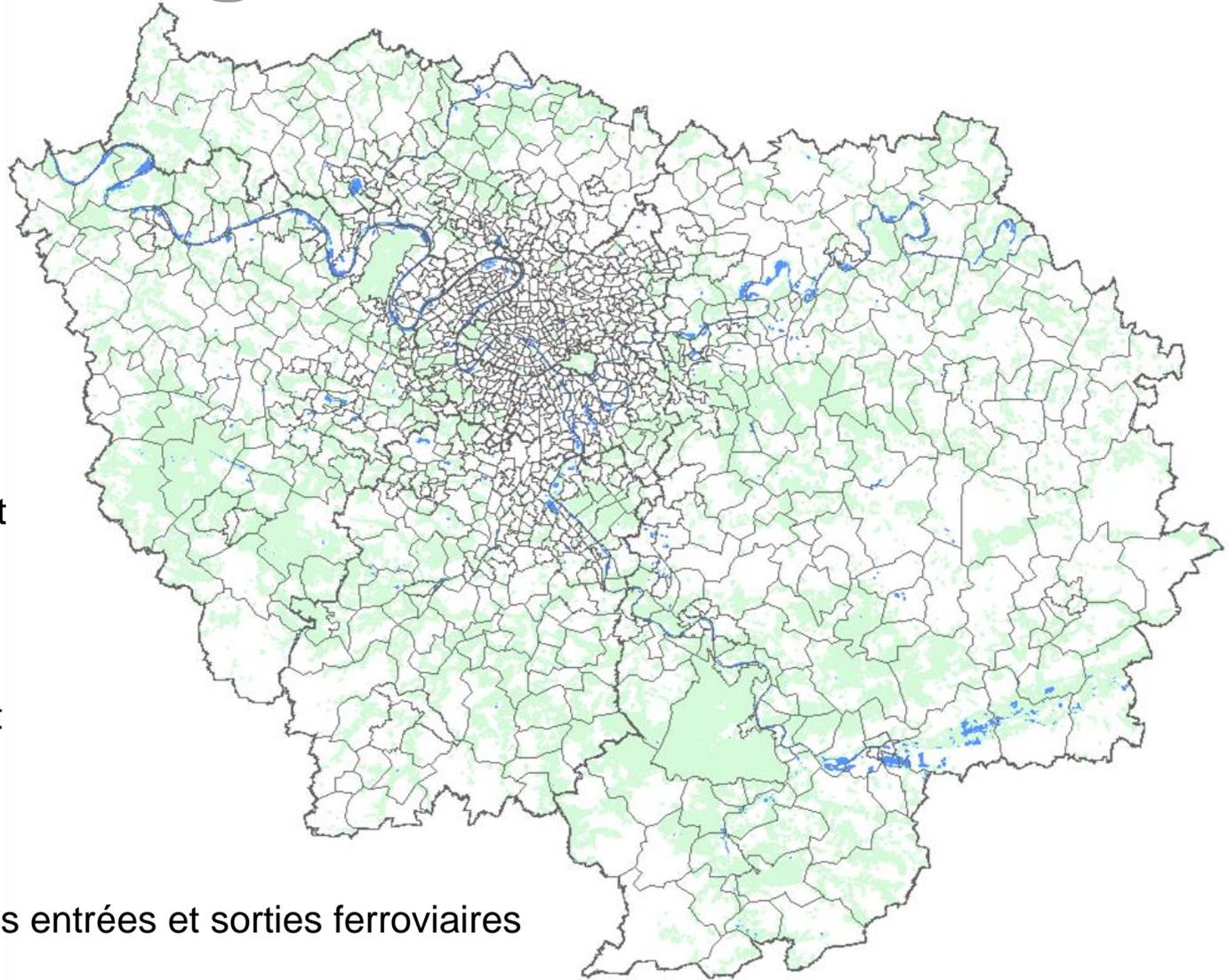
Résultats intermédiaires

Sorties de Modus 3.1



# Zonage Modus

- Périmètre d'études :  
Région Ile de France
- 1 289 zones agrégeant  
les 5 262 IRIS de la région
- 4 zones aéroports représentant  
les échanges à Roissy et Orly
- 34 zones cordons représentant  
les entrées et sorties routières
- 11 zones gares représentant les entrées et sorties ferroviaires



# Segmentation de la demande

## ■ Selon l'activité :



- Actifs ayant un emploi  
CSP HQ    CSP AQ
- Retraités
- Chômeurs
- Elèves du  
et Inactifs
- Elèves du  
primaire et
- Etudiants

maternel



- <sup>①</sup>Accompagnement <sup>②</sup>Achats-Loisirs <sup>③</sup>Professionnel <sup>④</sup>Travail <sup>⑤</sup> <sup>⑥</sup> <sup>⑦</sup> <sup>⑧</sup> <sup>⑨</sup>Etudes <sup>⑩</sup> <sup>⑪</sup>
- Actifs/Autres    CSP HQ/AQ    CSP HQ/AQ    Prim/Sec/Sup
- Actifs/Autres



## ■ Selon la captivité aux transports collectifs :

# Segmentation

# Moins loin sans sa voiture



# Pas en voiture sans permis

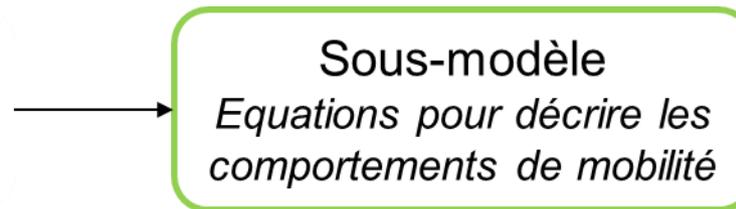


# Construire un modèle

## Modèle = succession de sous-modèles

**Calibrage** : estimation des paramètres des lois comportementales de mobilité  
→ reproduire la situation actuelle donnée par l'EGT et autres données observées  
→ en amont, étape de construction du modèle

Entrées  
*Données  
situation actuelle*

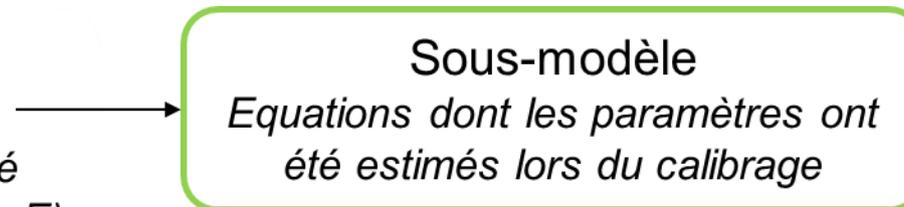


Sorties  
*Résultats d'estimation  
des paramètres*

Quelles variables ?  
Quelles lois comportementales ?

**Modélisation** à un horizon donné :

Entrées  
*Données à  
l'horizon étudié  
(projections P+E)*



Sorties  
*Résultats des  
sous-modèles*

Hyp : stabilité des comportements



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---

# Génération : modèle linéaire

- 22 modèles de régressions linéaires pour chaque période
- Nombre de déplacements émis et attirés par zone et par segment :

$$Em^{segment}(zone) = \sum_i \beta_i^{segment} \cdot VAR_i(zone) \quad \text{ex. } Em_{PPM}^{travailHQ}(zone) = 0,5 \cdot PACTHQ(zone)$$

$$Att^{segment}(zone) = \sum_j \beta_j^{segment} \cdot VAR_j(zone) \quad \text{ex. } Att_{PPM}^{travailHQ}(zone) = 0,5 \cdot EMPHQ(zone)$$

- Séparation des captifs et non captifs :

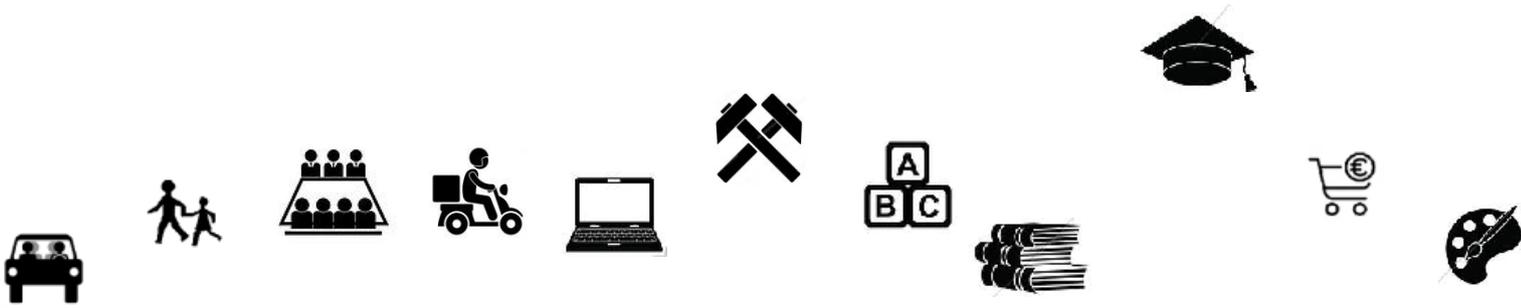
$$Em_{captif}^{segment}(zone) = \tau_{captif}^{segment}(\text{département}_{origine}) Em^{segment}(zone)$$

$$Att_{captif}^{segment}(zone) = \tau_{captif}^{segment}(\text{département}_{destination}) Att^{segment}(zone)$$

- Équilibrage des émissions et attractions sur le total régional

$$Em_{équilibré}^{segment}(zone) = \frac{0,5 \cdot \sum_{zone} (Em^{segment}(zone) + Att^{segment}(zone))}{\sum_{zone} Em^{segment}(zone)} Em^{segment}(zone)$$

# Captivité selon les segments





**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---

# Distribution : modèle gravitaire

- Modèle gravitaire
- Utilité totale déduite du calibrage du choix modal avec facteur d'échelle propre à chaque segment de choix modal

$$e^{(V_{totale})} = e^{(\mu V_{TC})} + e^{(\mu V_{VP})} + e^{(\mu V_{MD})} + e^{(\mu V_{CY})}$$

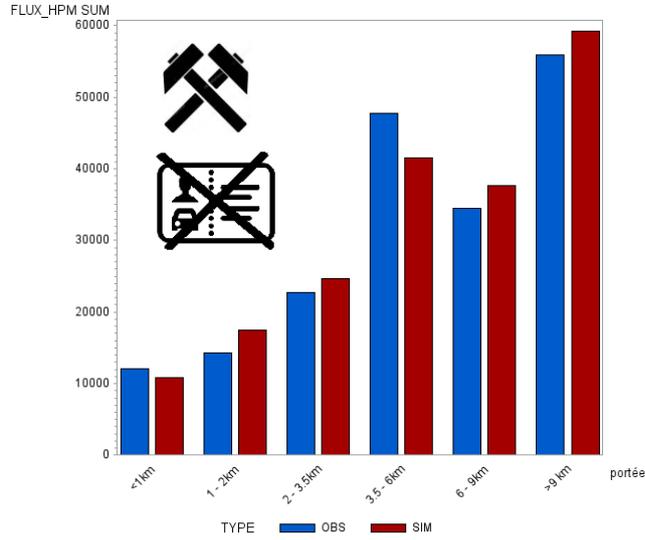
- Paramètre alpha et bêta propre à chaque segment de demande et chaque période horaire

$$F_{ij} = E_i A_j e^{(\alpha V_{totale})} \text{ ou } F_{ij} = E_i A_j e^{(\alpha V_{totale})} (-V_{totale})^\beta$$

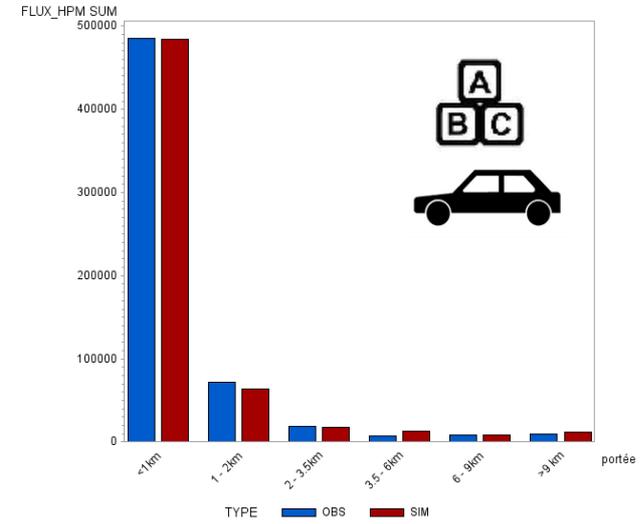
- Emploi d'un algorithme de Fratar pour caler la matrice sur les émissions et attractions

# Distribution : résultats

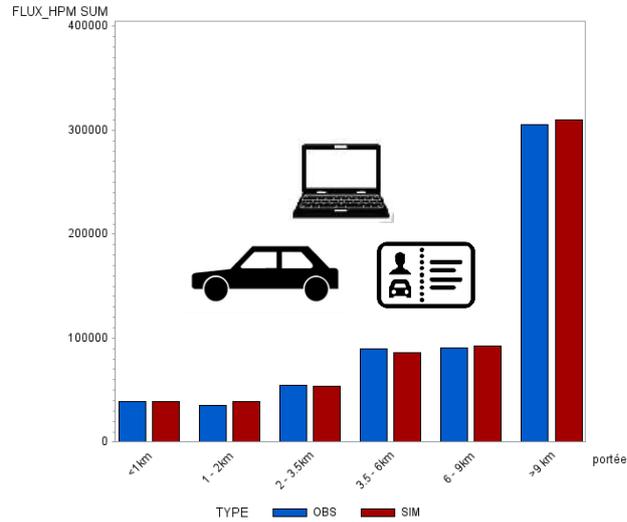
**Volume par catégorie et motif à l'HPM**  
CAT=1 MOTIF\_D=6



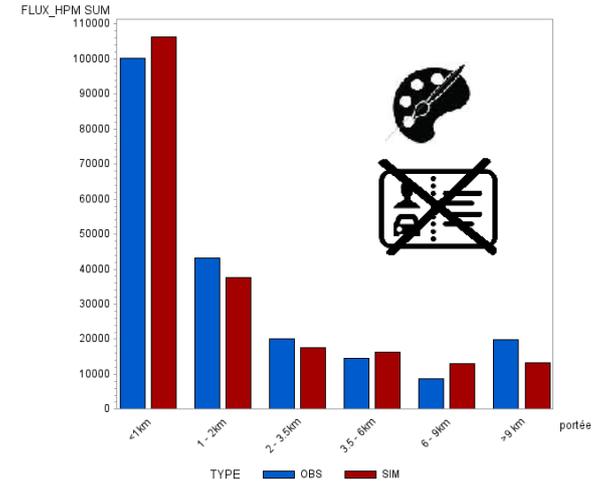
**Volume par catégorie et motif à l'HPM**  
CAT=2 MOTIF\_D=8



**Volume par catégorie et motif à l'HPM**  
CAT=2 MOTIF\_D=6



**Volume par catégorie et motif à l'HPM**  
CAT=1 MOTIF\_D=13





**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---

# Choix modal : logit MNL

- Le modèle non segmenté à l'heure de pointe

- 4 modes possibles : VP / TC / MD / CY

- Un modèle logit non linéaire avec 4 TBC et 1 TB

- Estimation simultanée sur les observations des 3 périodes

Transformée Box-Cox :  
pour x positif,

$$B(x, \lambda) = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda} & \text{si } \lambda \neq 0 \\ \log(x) & \text{si } \lambda = 0 \end{cases}$$

$$V_{TC} = CONST_{TC} + \frac{\beta_{CTTC} * (CTTC^{\lambda_{coût}} - 1)}{\lambda_{coût}} + \frac{\beta_{TTC} * (TTC^{\lambda_{TpsVéh}} - 1)}{\lambda_{TpsVéh}} + \frac{\beta_{TAT} * (TAT^{\lambda_{TAT}} - 1)}{\lambda_{TAT}} + \beta_{TAT}$$

$$V_{VP} = CONST_{VP} + \frac{\beta_{CTVP} * (CTVP^{\lambda_{coût}} - 1)}{\lambda_{coût}} + \frac{\beta_{TVP} * (TVP^{\lambda_{TpsVéh}} - 1)}{\lambda_{TpsVéh}} + \frac{\beta_{CSTAT} * ((CSTAT + 1)^{\lambda_{CSTAT}} - 1)}{\lambda_{CSTAT}}$$

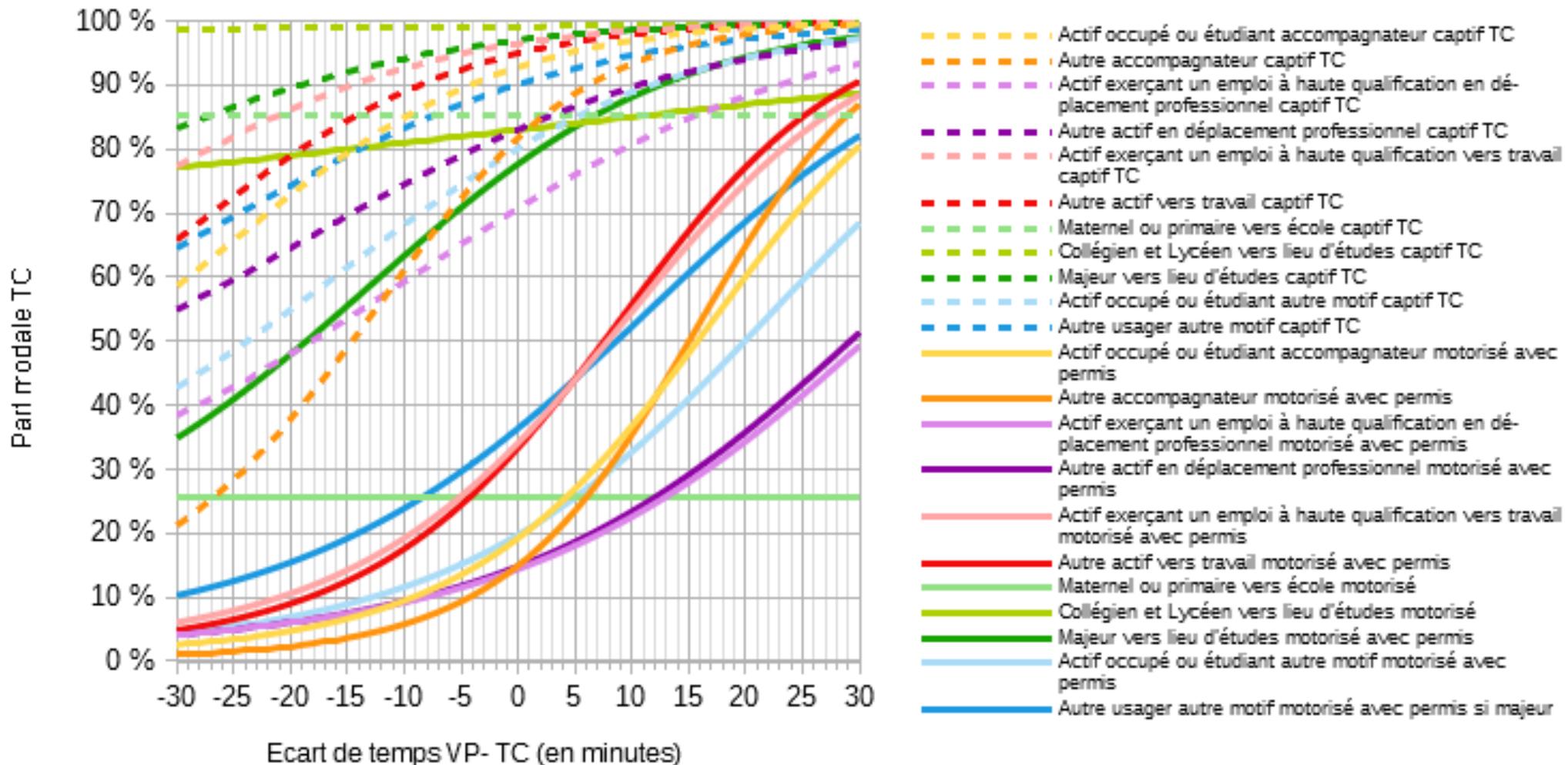
$$V_{MD} = \beta_{TMD} * TMD$$

$$V_{CY} = CONST_{CY} + \frac{\beta_{TCY} * (TCY^{\lambda_{TCY}} - 1)}{\lambda_{TCY}} + \beta_{VLIB} * \sqrt{(CAPVELIB_{origine} * CAPVELIB_{destination})}$$

$$\forall mode \in \{TC, VP, MD, CY\}, p_{mode} = \frac{e^{(V_{mode})}}{(e^{(V_{TC})} + e^{(V_{VP})} + e^{(V_{MD})} + e^{(V_{CY})})}$$

# Choix modal : sensibilité

Part modale TC pour un trajet de 45 minutes selon l'écart TC-VP en temps de parcours



# Finalisation des matrices

- Matrice UVP (unité de véhicule particulier)
  - Division des flux par les taux d'occupation par segment et classe de distance
  - Ajout des flux cordons routiers VP et des flux aéroports passagers
  - Calcul des flux PL séparée (1PL = 2UVP lors de l'affectation)
  
- Matrice TC (voyageur en transports collectifs)
  - Ajout des flux entrant et sortant des gares
  - Ajout des flux entrant et sortant des aéroports
  - Prise en compte des répartitions des heures de départ selon le département d'origine et de destination (16 profils type de distribution par période)



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

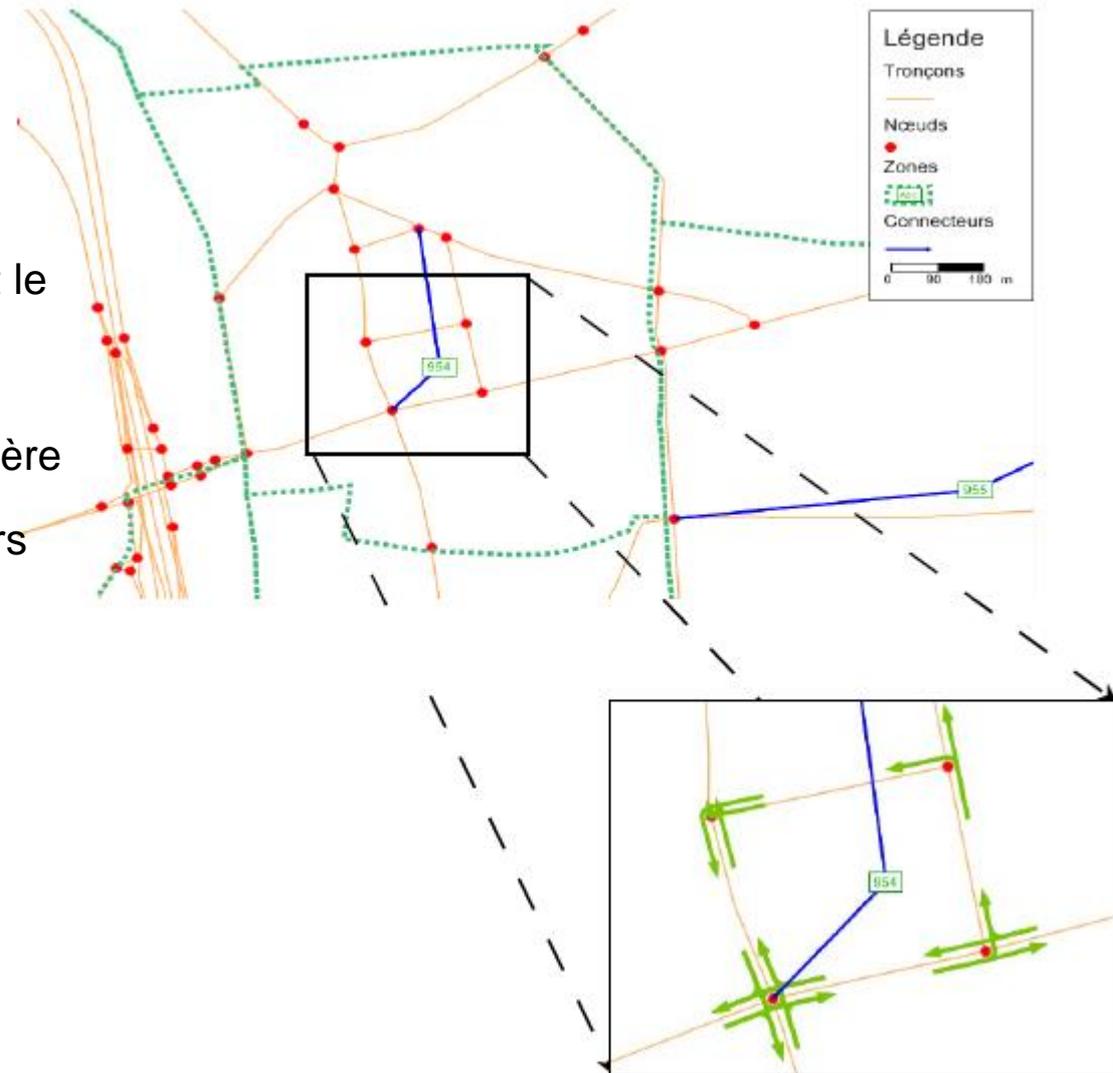
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---

# Le réseau routier

## ■ Éléments structurants du réseau :

- Les **centroïdes de zone** représentent le point d'entrée et de sortie d'une zone
- Les **tronçons** représentent la section courante des voies de circulation routière
- Les **nœuds** représentent les carrefours et tous les points d'échanges entre tronçons
- Les **mouvements aux nœuds** représentent les échanges possibles entre tronçons au droit d'un nœud
- Les **connecteurs de centroïde** représentent les trajets permettant de rejoindre le réseau routier modélisé depuis la zone, et réciproquement

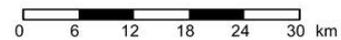


# Le réseau routier

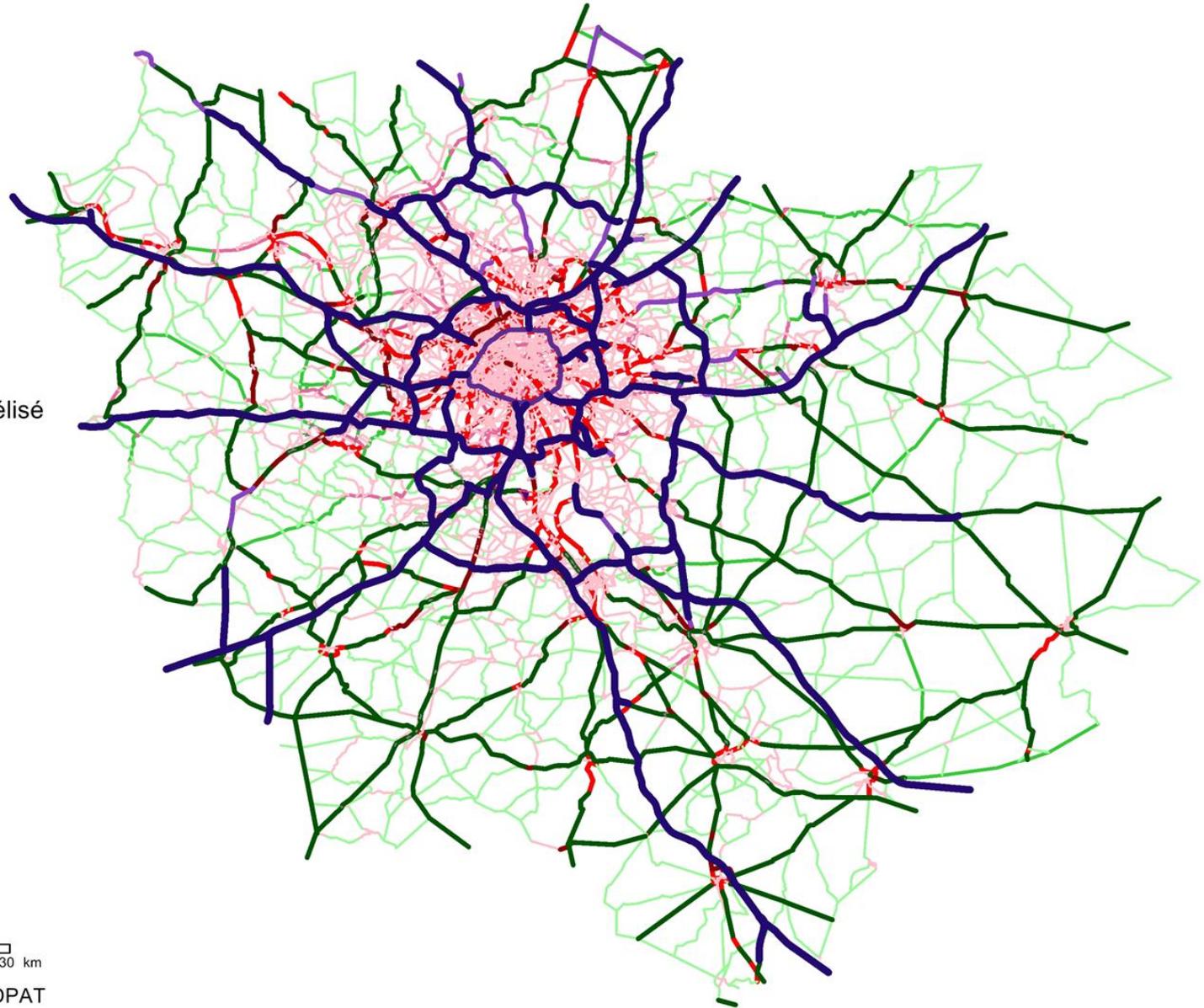
Réseau routier modélisé  
de la DRIEA

Types de tronçon

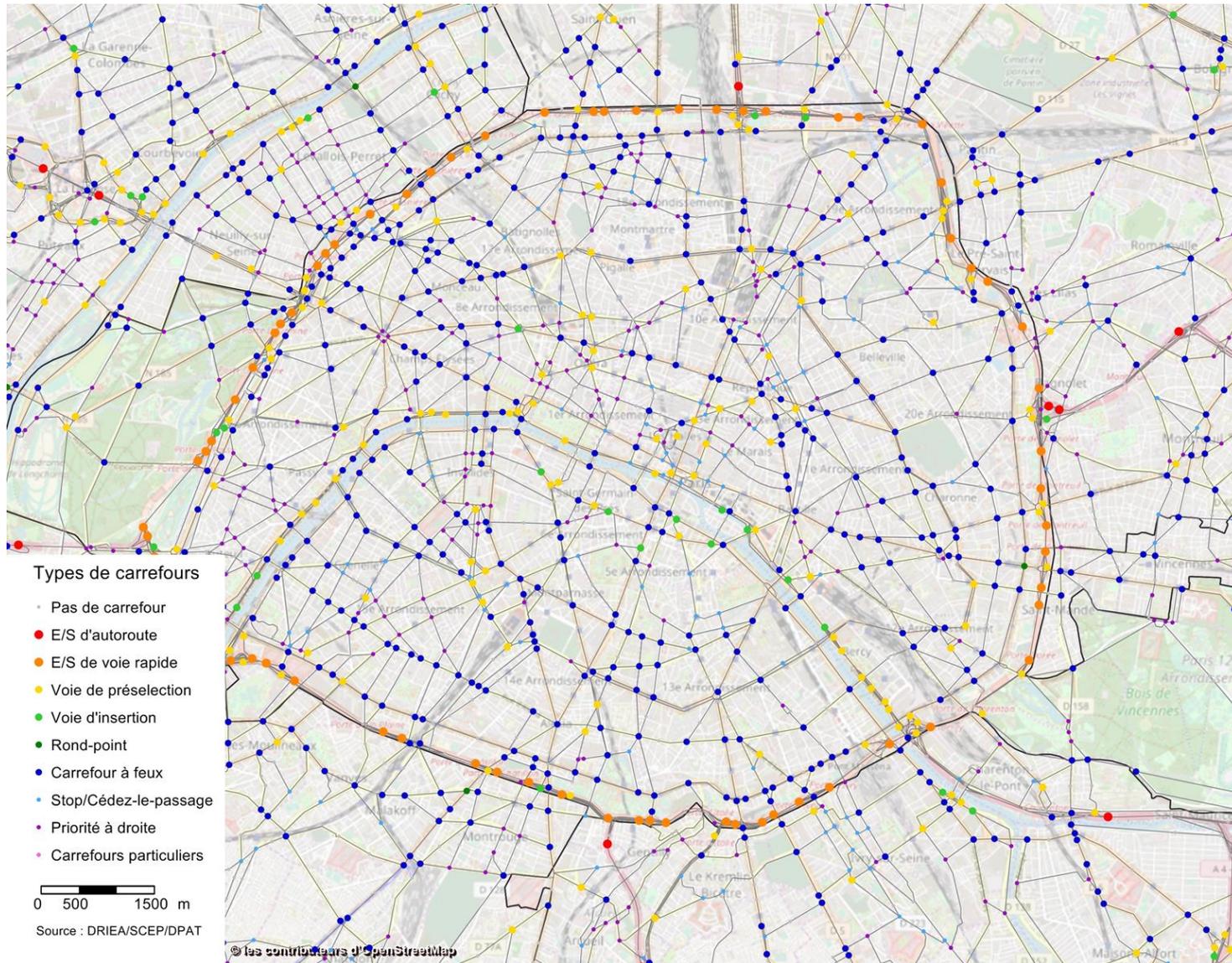
-  VCA
-  BP
-  VR autre
-  Bretelles
-  Périurb. princ.
-  Urb. princ. 70
-  Urb. princ. 50
-  Périurb. sec.
-  Urb. sec.
-  Périurb. ter.
-  Urb. ter.
-  Voie 30



Source : DRIEA/SCEP/DPAT



# Les types de noeuds



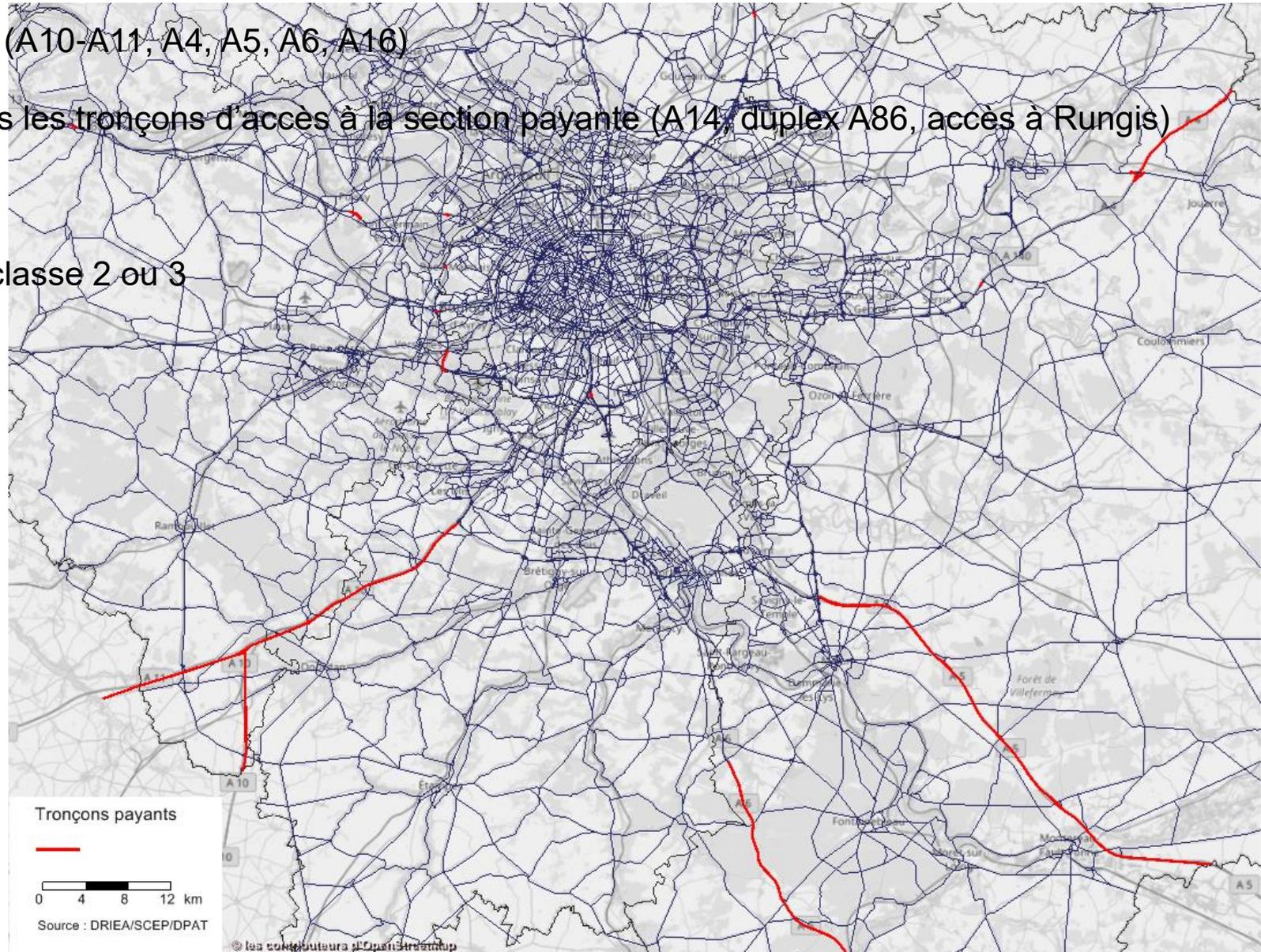
# Péages

€ moyen par km (A10-A11, A4, A5, A6, A16)

€ forfait : sur tous les tronçons d'accès à la section payante (A14, duplex A86, accès à Rungis)

VL : € 2012 TTC

PL : € 2012 HT classe 2 ou 3



# Codage de projets routiers

Groupe d'horizon <sup>1</sup>		NumType de référence du réseau			Vitesse (km/h)	
Année	Étude	Noeuds	Tronçons	Voies bus	BP	PU
2012	Calage statique	2010	2010	sans	80	90
2017	Calage dynamique	2020	2017	2020	70	90
2020	Pré-covid	2020	2020	2020	70	80
2021	Covid	2020	2020	2020	70	80
2023 sans ZTL	ZFE	2025	2025	2020	70	80
2025 sans ZTL	Post - JO 2024	2025	2025	2020	70	80
2025 avec ZTL <sup>2</sup>	Post - JO 2024	2025	2025	2020	70	80
2030 sans ZTL	GPE	2030	2030	2030	50	80
2030 avec ZTL	GPE	2030	2030	2030	50	80

ZTL = Zone à trafic limité ; ZFE = Zone à faibles émissions ; GPE = Grand Paris express

# Un modèle offre-demande

- Affectation = confrontation de l'offre à la demande de transport
- La demande de transport correspond aux nombres de véhicules qui souhaitent se déplacer entre chaque origine et chaque destination = Matrice OD
  - La demande de transport de voyageurs



La demande de transport de marchandises



- L'offre de transport correspond aux capacités et aux règles de circulation que le système de transport propose (autorisation de circuler, vitesse limite autorisée, nombre de voies, régime de priorité, etc.)
- La demande de transport peut-être supérieure à l'offre, auquel cas le coût d'accès à l'offre augmente (temps de parcours), et peut entraîner un report vers d'autres offres initialement moins concurrentielles, jusqu'à atteindre un équilibre

# Coût généralisé TI de Modus

Systeme de transport	UVP	Conne-cteurs	Tronçons <sup>3</sup>	Mouvement aux noeuds	Valeur du temps <sup>4</sup>
V	1	tChg * 1	$tChg * 1,25 - t0 + L * 0,0252$	tChg * 1	12,44
P	2	tChg * 1	$TChg * 1,25 - t0 + L * 0,0882^5$	tChg * 1,5	33,41

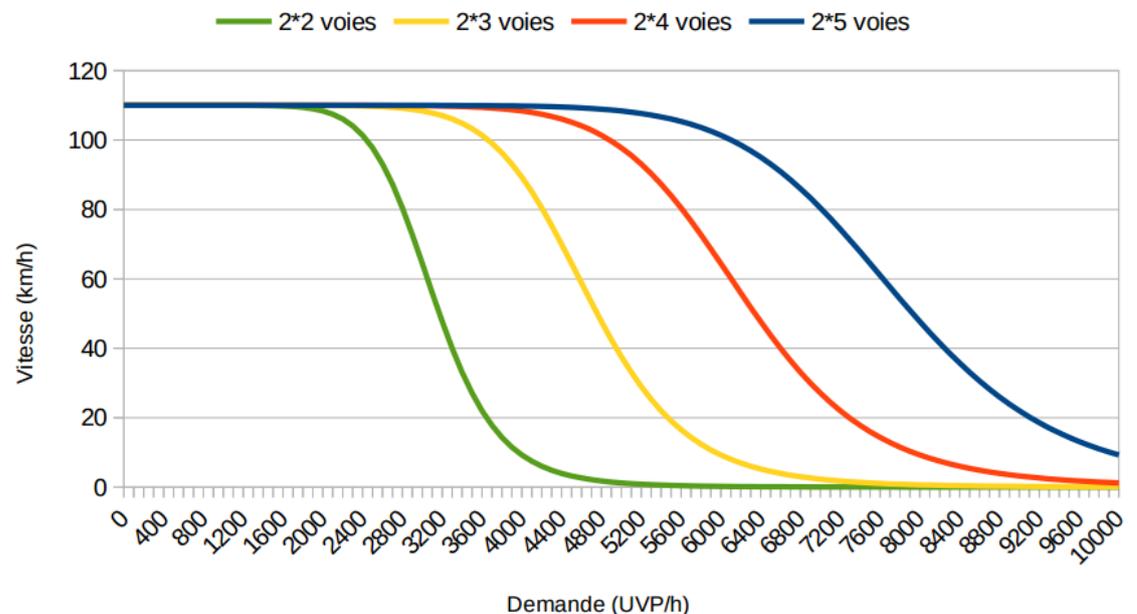
## Paramétrage du temps généralisé TI dans Visum

« tChg » : temps de parcours dans le réseau chargé

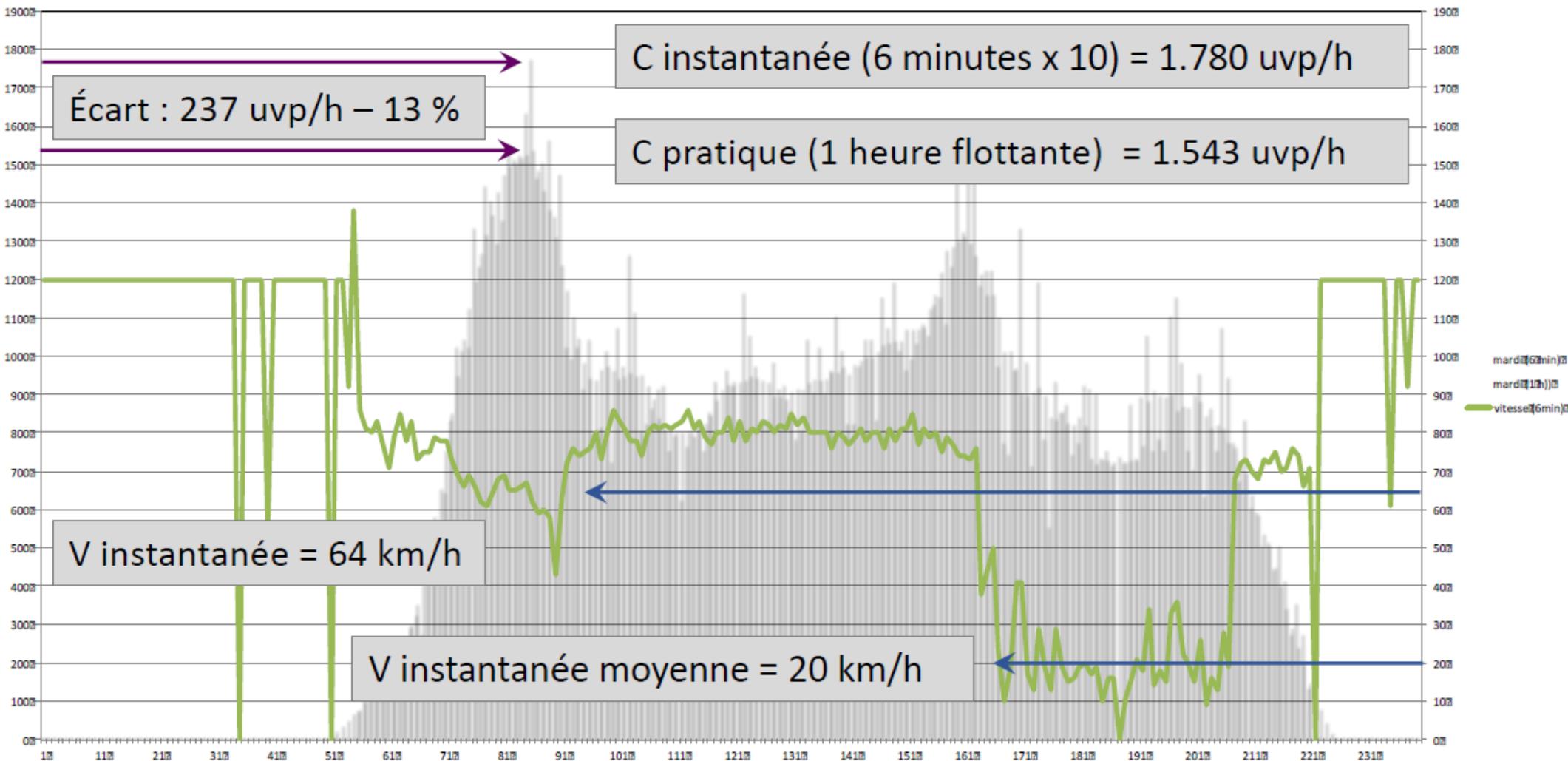
« t0 » : temps de parcours dans le réseau à vide

« L » : longueur du tronçon

Courbes Demande-Vitesse des autoroutes limitées à 110 km/h

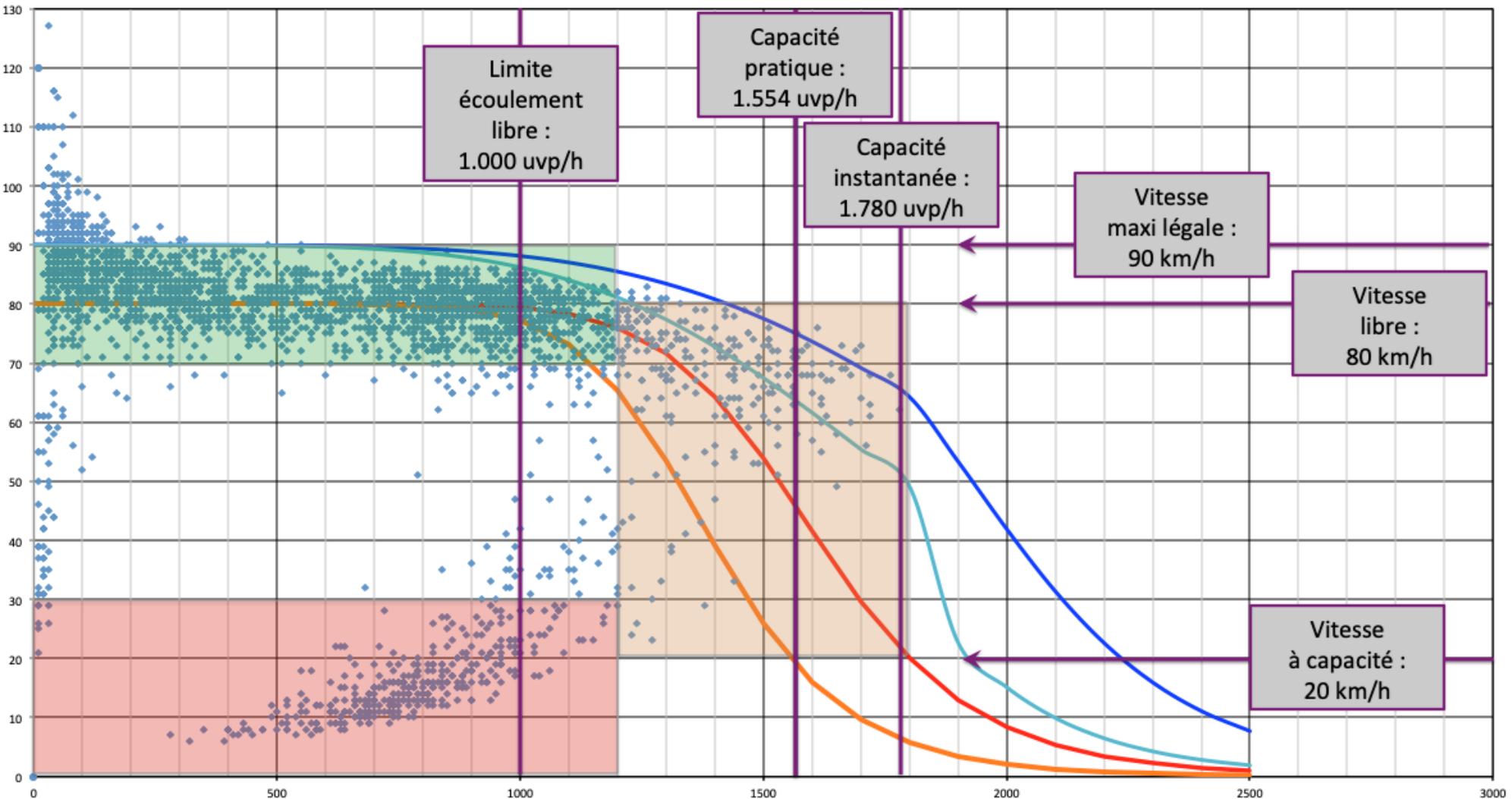


# Débit – vitesse – capacité

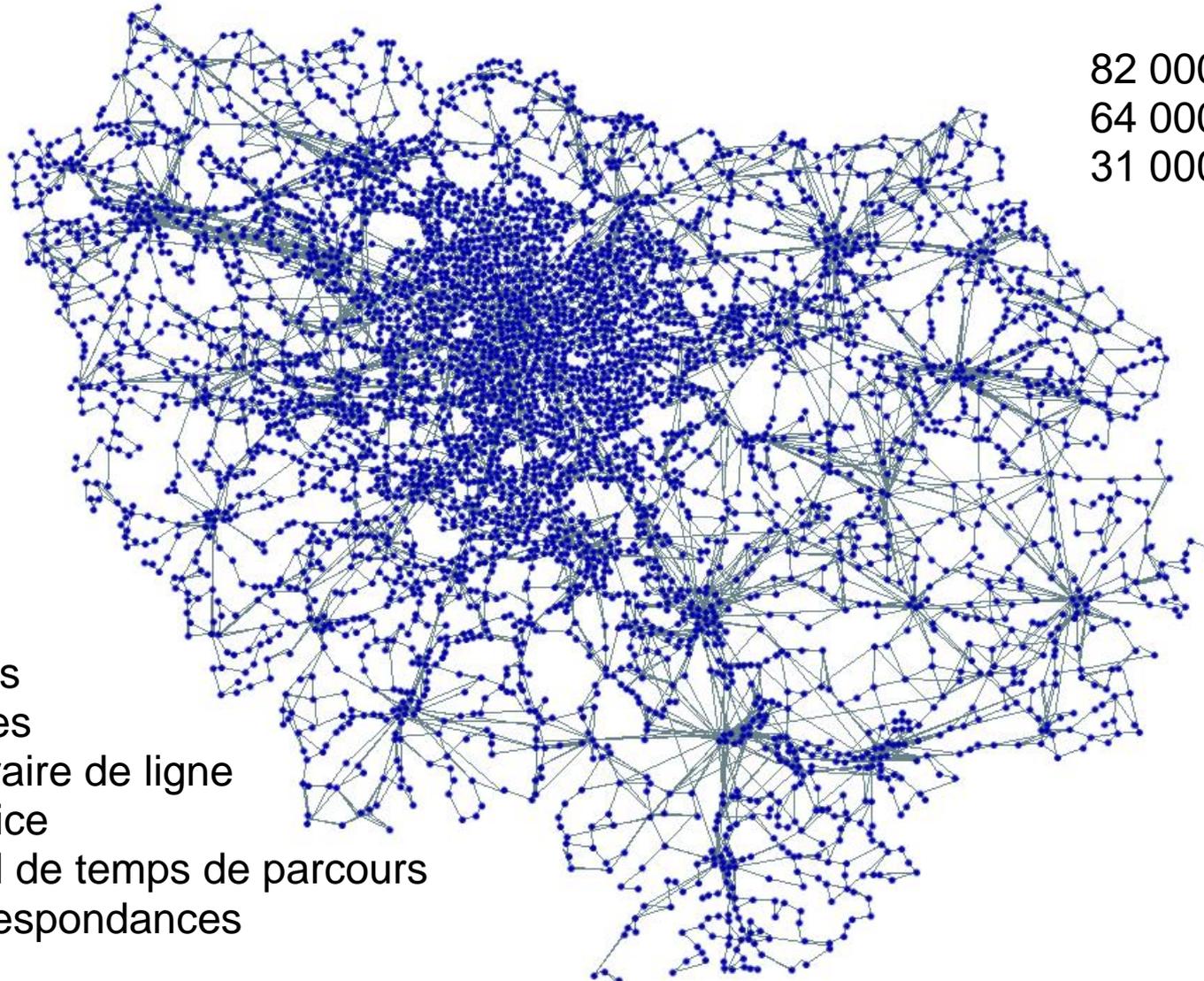


# Courbe DV BPR

Courbe vitesse-débit sur autoroute à 1 bande de circulation



# Le réseau TC



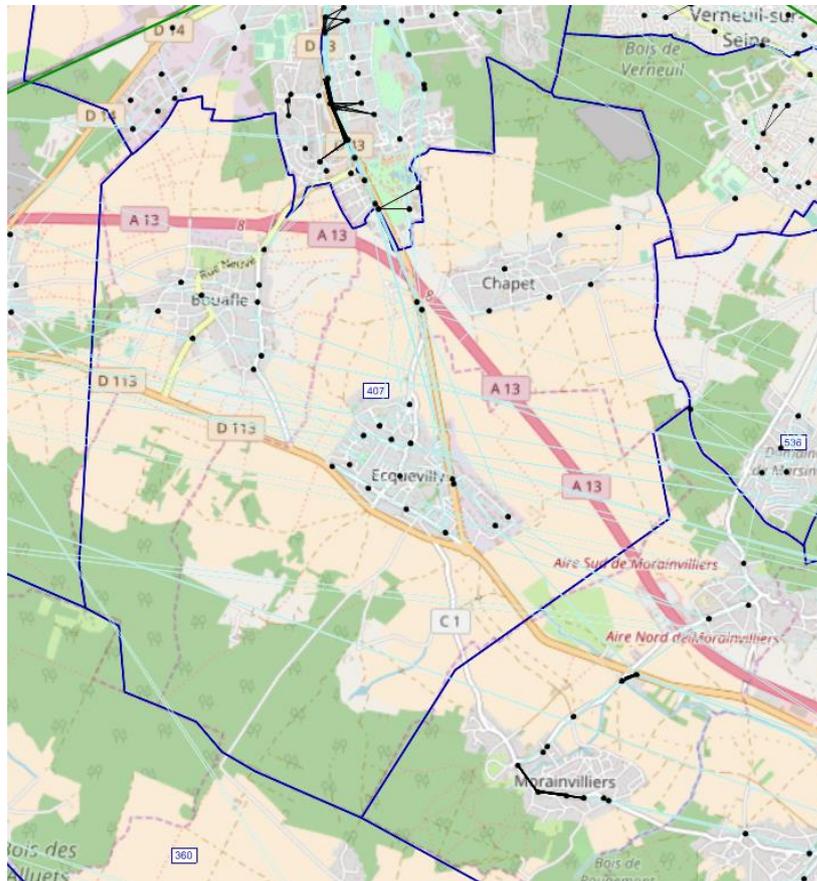
82 000 arcs TC  
64 000 arcs MaP  
31 000 nœuds

Arrêts  
Lignes  
Itinéraire de ligne  
Service  
Profil de temps de parcours  
Correspondances

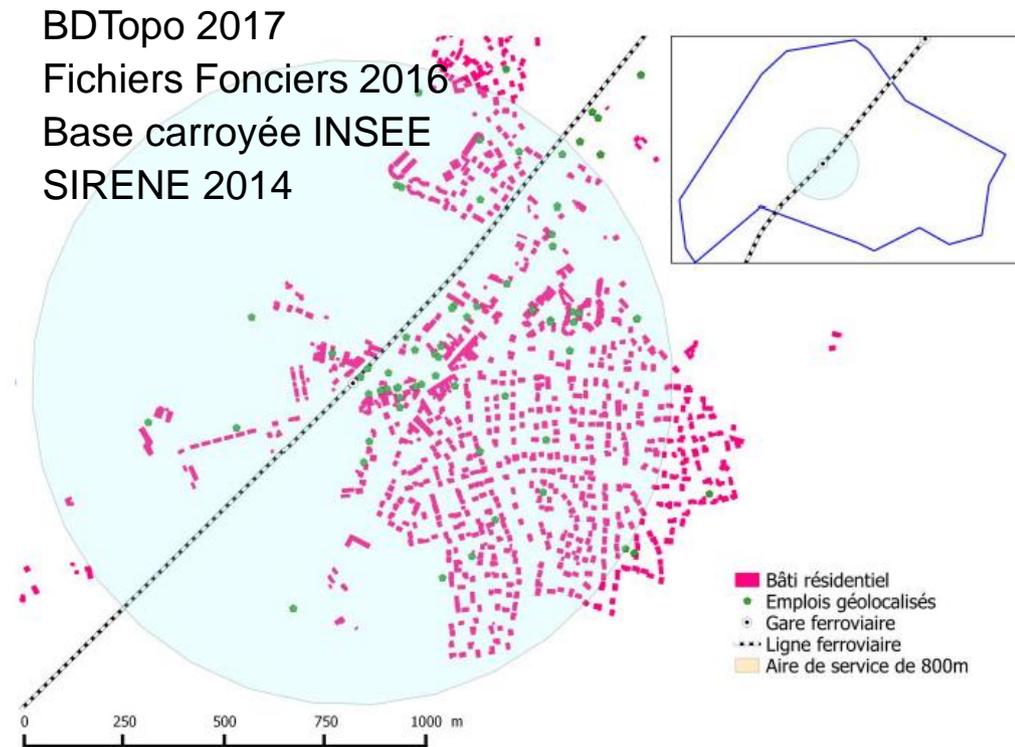
# Lien entre réseau TC et zonage

- Relier le territoire (zones) au réseau (nœud) via les connecteurs

MODUS 2.2 Distance



MODUS 3.1 Distance MaP



Source : Codification des connecteurs de zones pour les transports en c

# Coder les projets de TC



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---

# Caler et valider le modèle

- Intégration des mesures de comptages (routiers et TC)
- Comparer les écarts :
  - à partir de lignes-écrans (découpant le territoire)
  - entre charges et débits
  - montées-descentes TC
  - taux de correspondances
- Ajuster les paramètres des modèles
  - sur le coût généralisé
  - sur les critères de sélection d'itinéraires
  - sur la fonction de répartition
- Modifier la demande là où les écarts subsistent
- Tester la sensibilité du modèle (variation des données d'entrées)

# Utiliser un modèle à 4 étapes

- **Définir le scénario futur** (données socio-démographiques « P+E »; situation future optimisée la plus probable *Référence* en l'absence du projet; le projet)
  
- **3 situations à étudier**
  - Situation actuelle connue (P+E actuels, offre de transport actuelle)
  - Situation de *référence* à l'horizon considéré (P+E futurs, offre de transport future, sans le projet)
  - Situation de *projet* à l'horizon considéré (P+E futurs, offre de transport future avec le projet)
  
- **2 comparaisons**
  - Situation de référence vs Situation actuelle
    - mesure les évolutions dues aux P+E et à l'offre de transport (sans projet)
  - Situation de projet vs Situation de référence
    - mesure l'impact du projet toutes choses égales par ailleurs  
alimente le bilan socio-économique du projet étudié

# Représenter la mobilité

- Indicateurs statistiques globaux (flux par motifs, parts modales)
- Indicateurs zonaux (parts modales avec et sans projet)
- Cartes de charges et de saturation en période de pointe
- Cartes de charges à la journée
- Cartes différences de charges en période de pointe
- Cartes d'évolution des charges en période de pointe
- Carte des vitesses en charge en période de pointe
- Cartes de comparaison des flux émis et attirés par zone
- Isochrones comparées à temps fixe depuis un point donné
- Isochrones par pas de temps fixe depuis un point donné
- Indicateurs quantitatifs d'accessibilité



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---



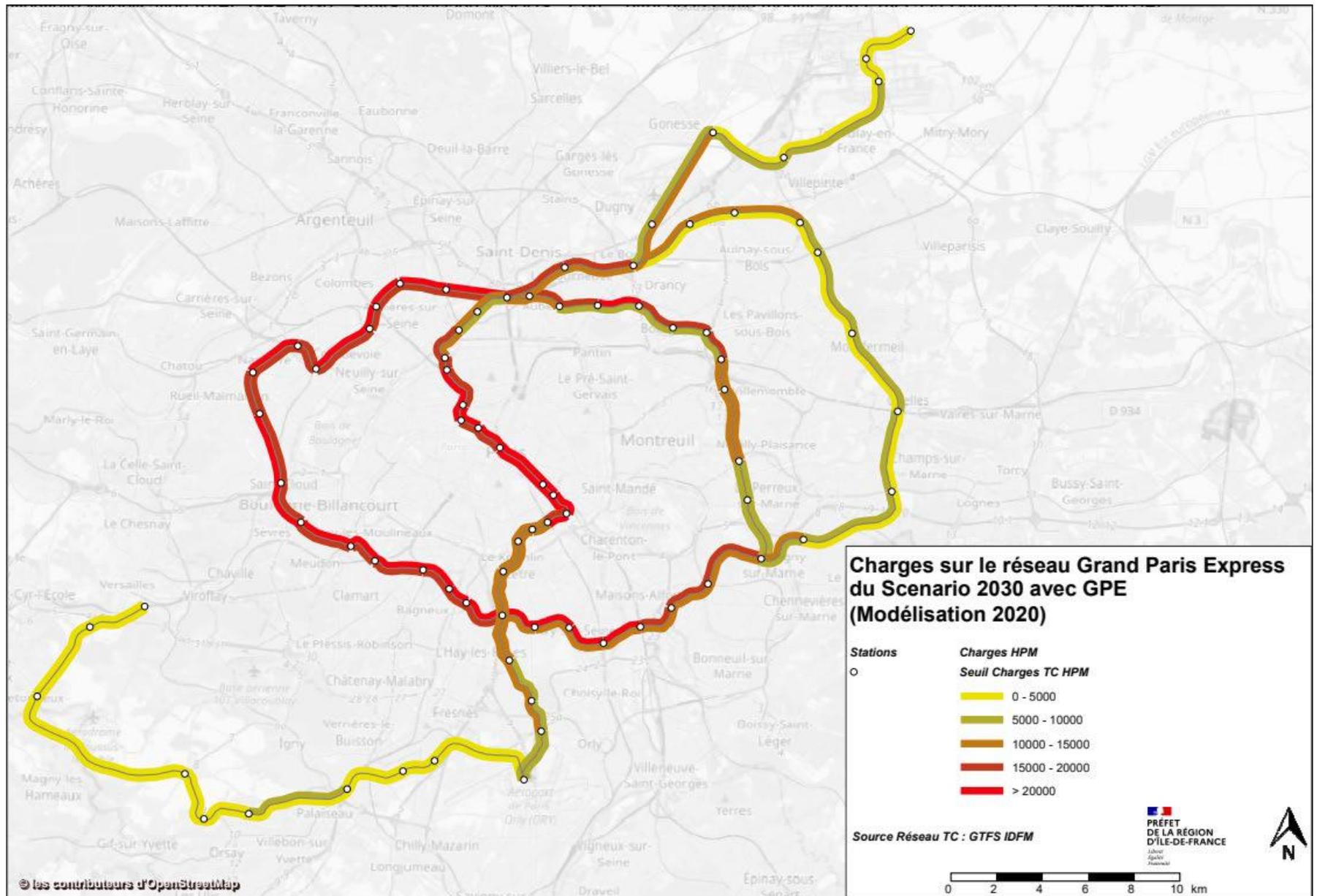
**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
D'ÎLE-DE-FRANCE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---

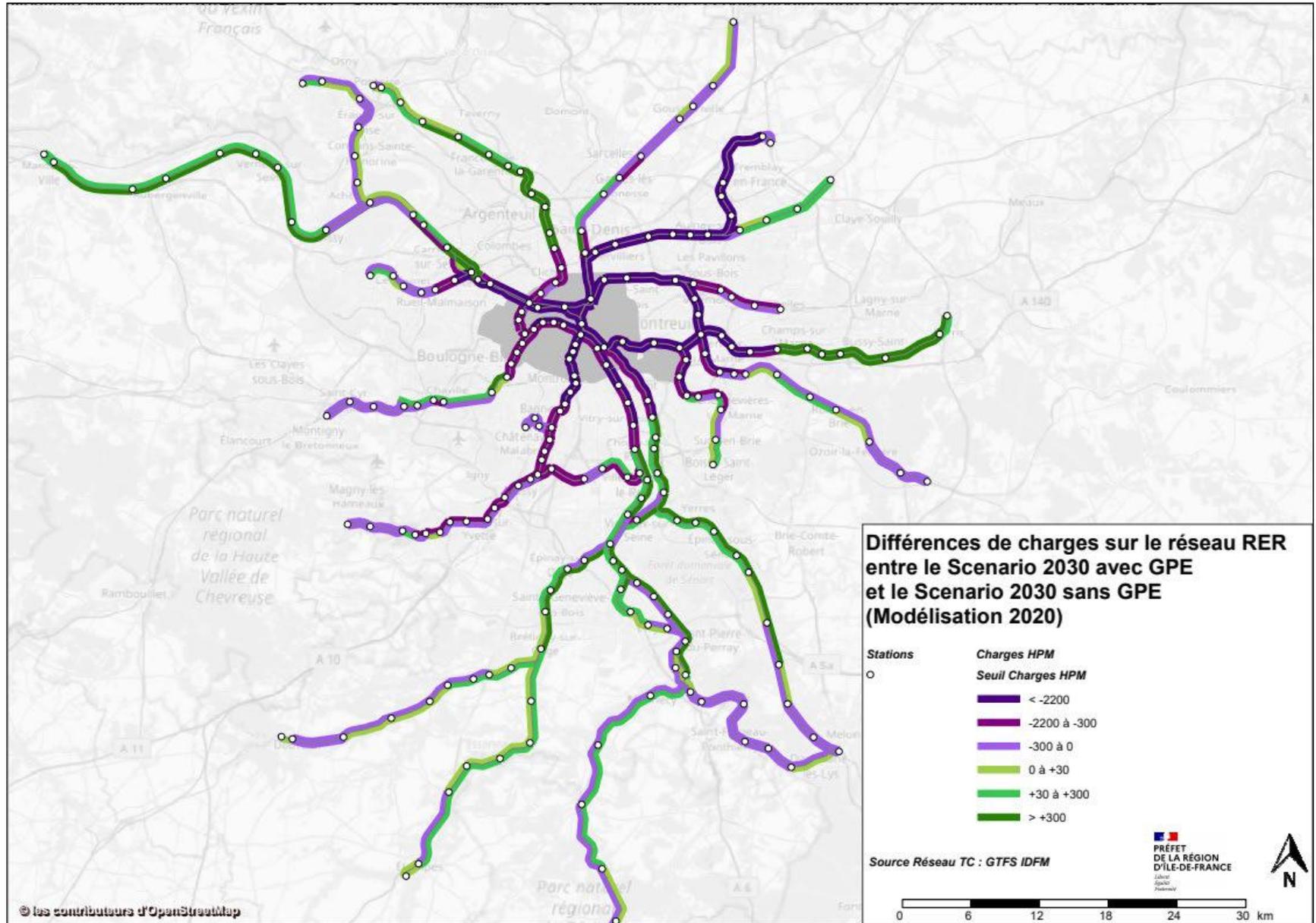
# Carte de charge du projet

## Grand Paris Express – Fréquentation en heure de pointe du matin

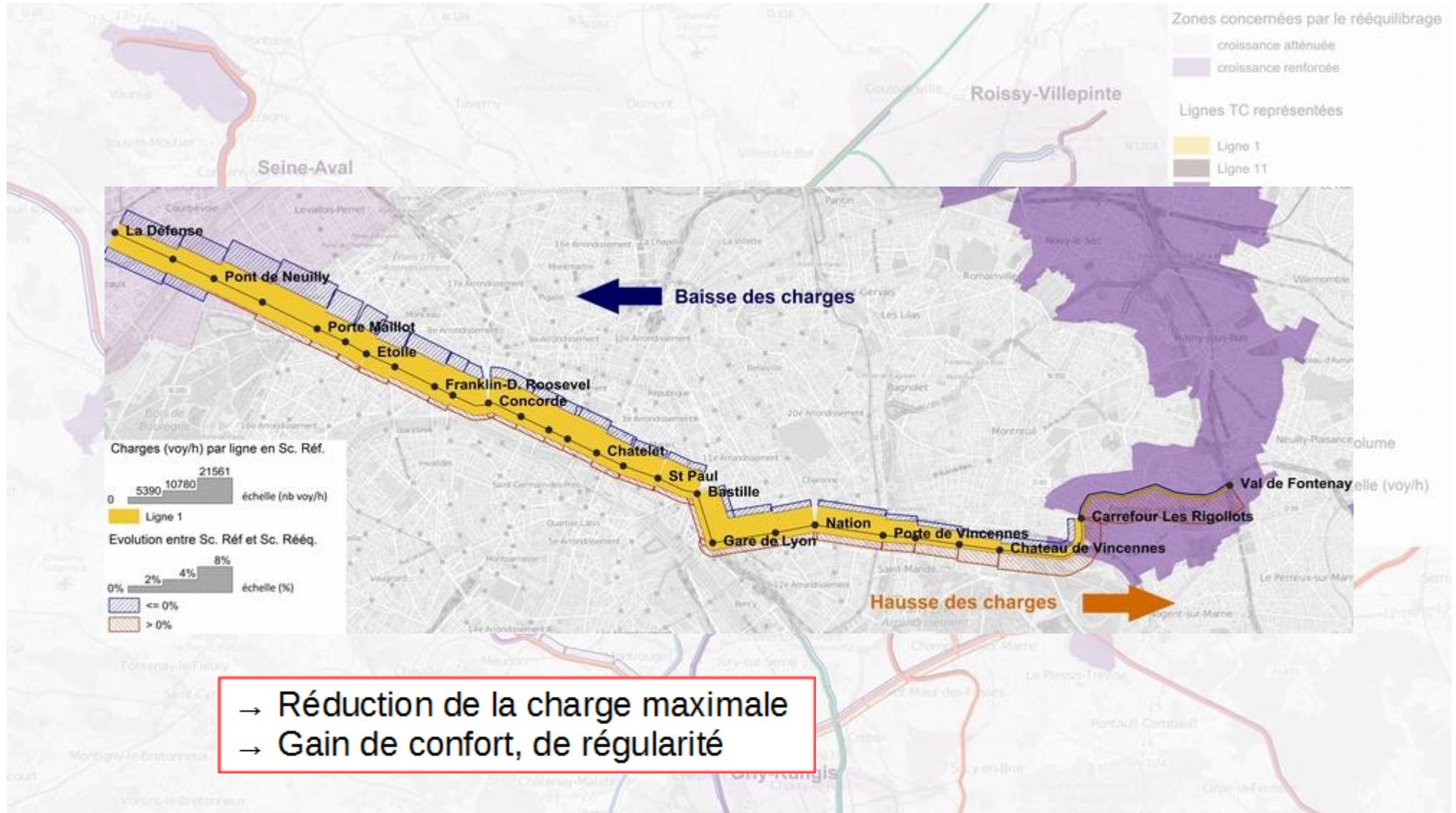


# Carte de différence de charge avec/sans projet

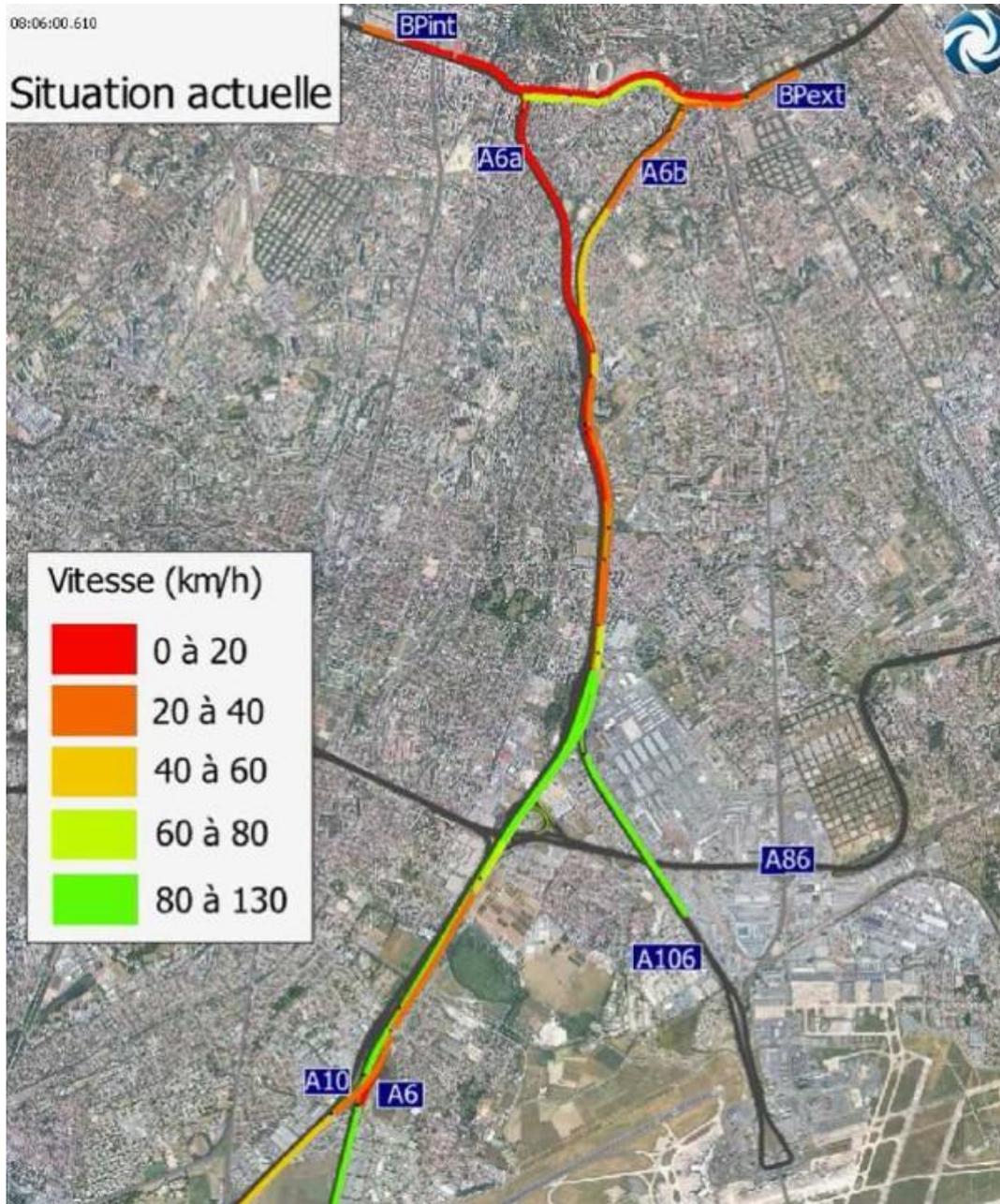
## Grand Paris Express – Désaturation des réseaux RER existants



# Carte de charge TC en heure de pointe du matin

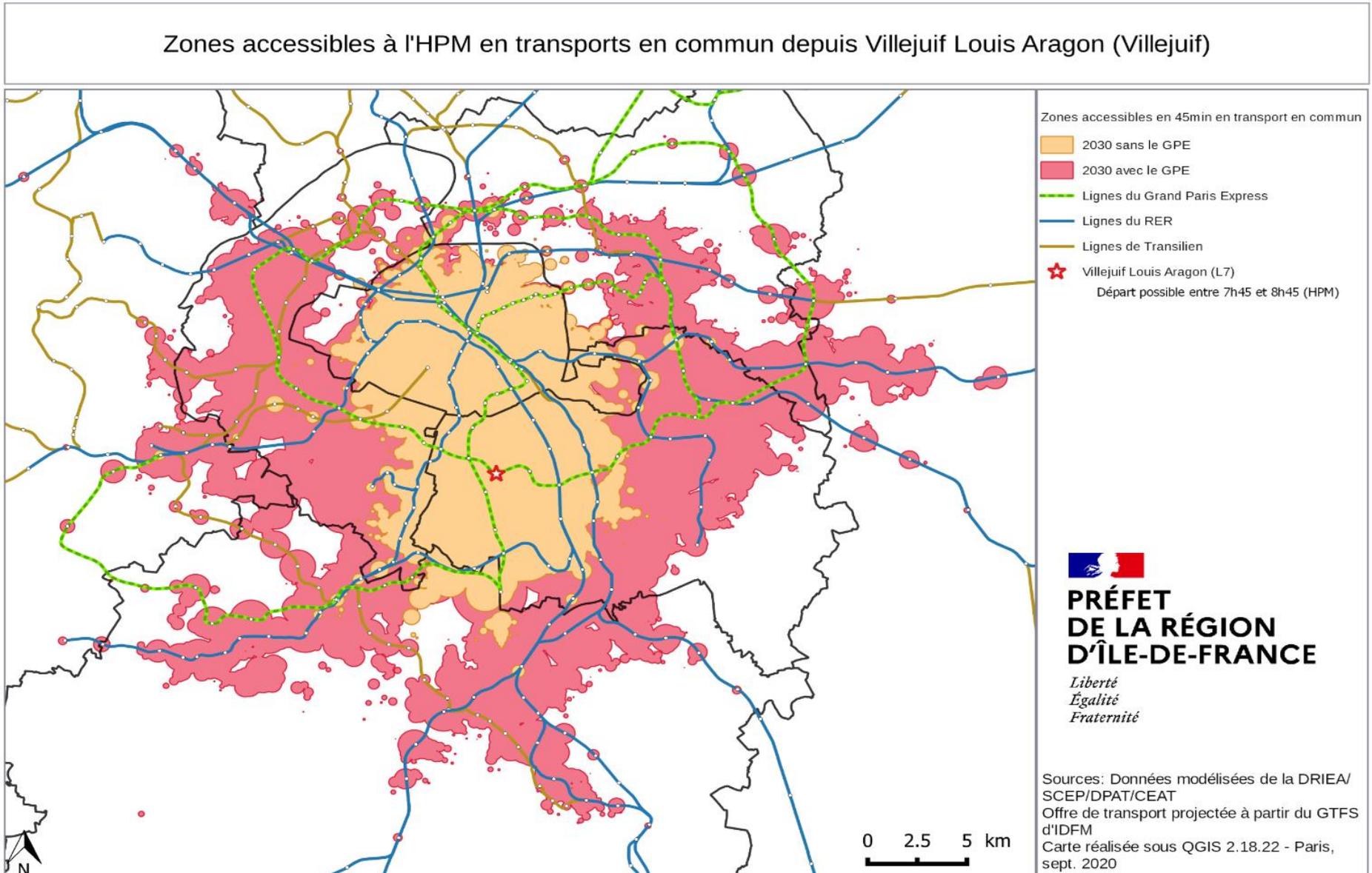


# Carte de vitesse en charge en période de pointe du matin



- Depuis : centroïde de zone de Modus, gare, point du réseau routier,...

Exemple : isochrones TC réalisées pour comparer l'impact des futures gares du GPE

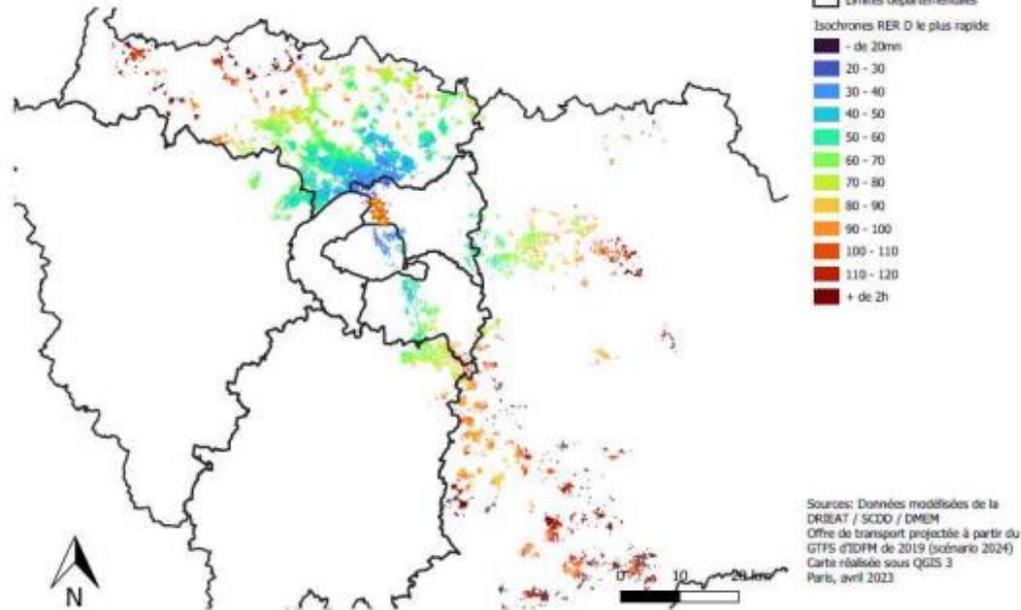


# Isochrones

Exemple : isochrones TC réalisées pour étudier l'impact de la coupure du RER B sur les accès au st

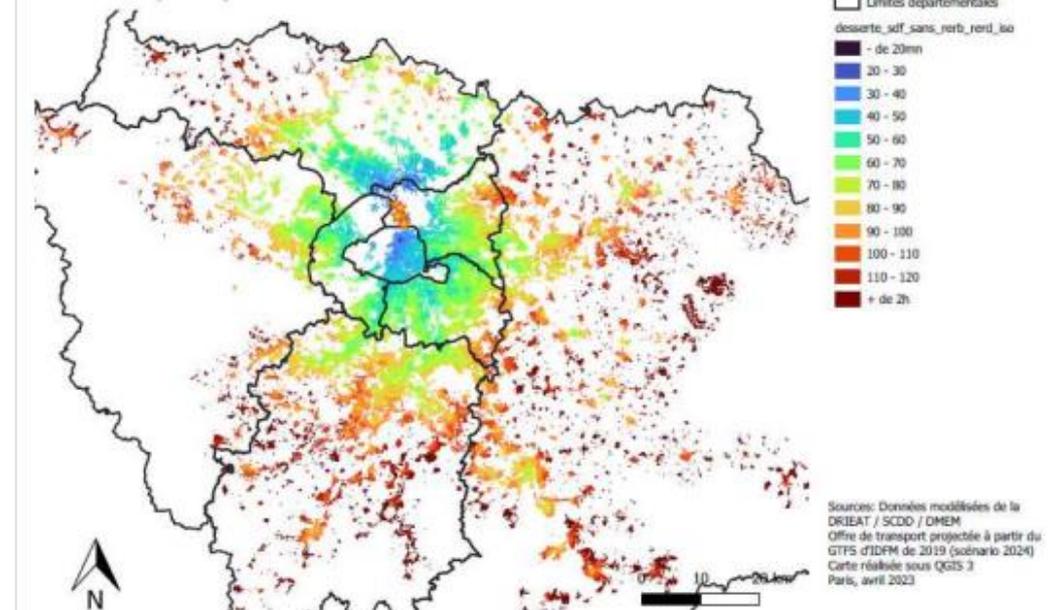
Accès au Stade de France (scénario standard) :

- isochrones recoupant les P+E
- RER D le plus rapide



Accès au Stade de France (scénario coupure RER B) :

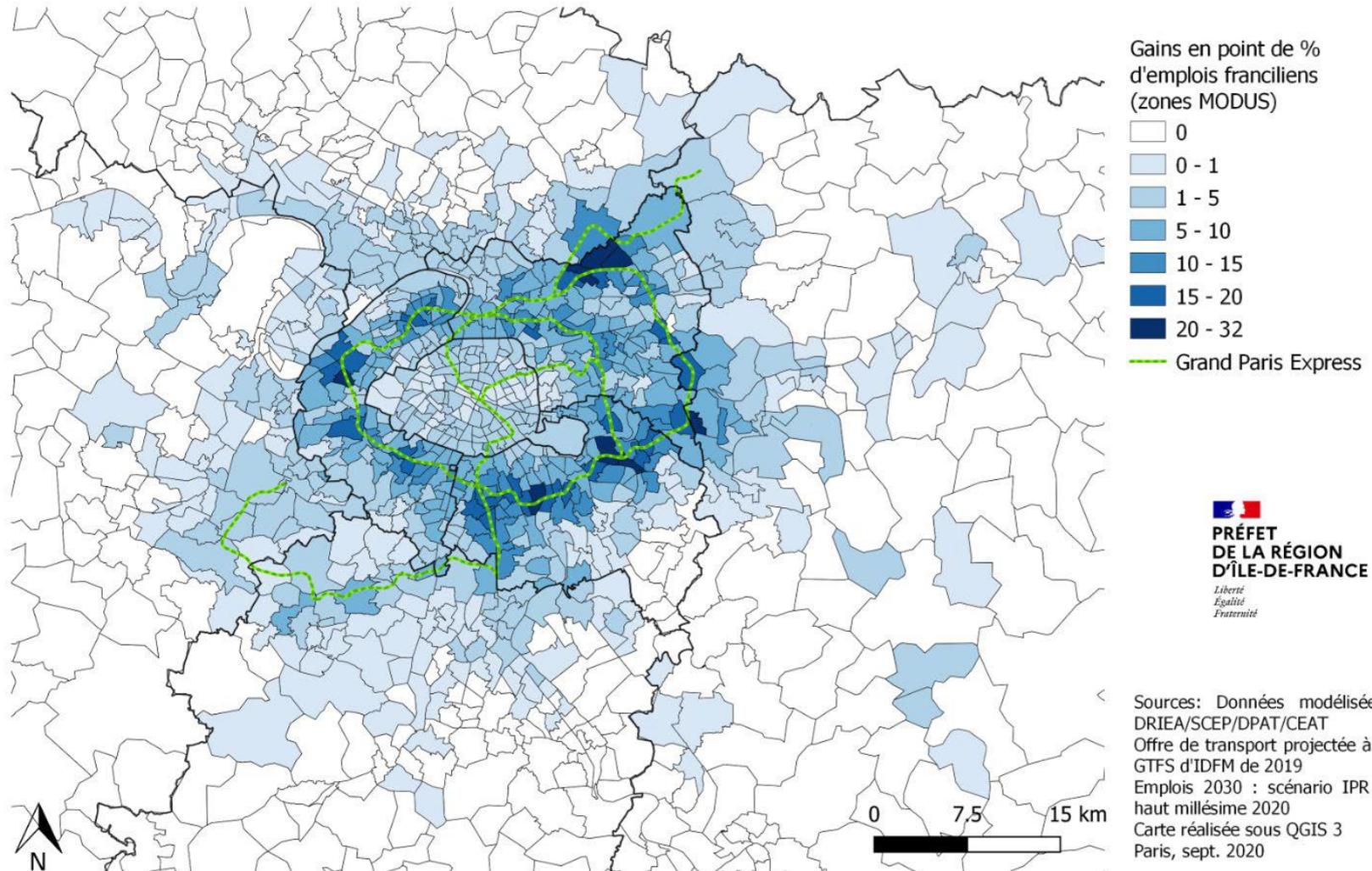
- isochrones recoupant les P+E
- RER D le plus rapide



Carte 3 : Accès le plus rapide au stade de France via la gare du RER D

Exemple : évolution de l'indicateur d'accessibilité à l'emploi à la mise en service du GPE

## Gains d'accessibilité d'emplois franciliens à la mise en service du GPE (2030)





# PRÉFET DE LA RÉGION D'ÎLE-DE-FRANCE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Pour en savoir plus, consultez le rapport de valorisation de Modus sur le site de la DRIEAT



Février 2021

<http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/m>