



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

Modélisation des déplacements de voyageurs en Île-de-France

Rapport n° 009874-01

établi par

**Michel MASSONI (coordonnateur) et
Emmanuel RAOUL (membre permanent du CGEDD)
avec la participation d'Alain AYONG Le KAMA, professeur des universités**

Mars 2015

Les auteurs attestent qu'aucun des éléments de leurs activités passées ou présentes n'a affecté leur impartialité dans la rédaction de ce rapport.

Fiche qualité

La mission du CGEDD qui a donné lieu à la rédaction du présent rapport a été conduite conformément au dispositif qualité du Conseil.

Rapport CGEDD n° 009874-01	Date du rapport : Mars 2015
Titre : Modélisation des déplacements de voyageurs en Île-de-France	
Commanditaire(s) : Préfet de région Île-de-France	Date de la commande : juillet 2014
Auteur(e)s du rapport (CGEDD) : Michel MASSONI (coordonnateur) et Emmanuel RAOUL (membre permanent du CGEDD) avec la participation d'Alain AYONG Le KAMA, professeur des universités	
Coordonnateur(trice) : Michel Massoni	
Superviseur(euse) : Jean-Paul Ourliac	
Relecteur(trice) :	
Nombre de pages du rapport (sans les annexes) : 38	

Sommaire

Résumé.....	3
Introduction.....	7
1. Les modèles actuellement opérationnels utilisent des développements de méthodes relativement anciennes.....	9
2. Des évolutions, dont certaines sont substantielles, sont déjà en cours pour plusieurs modèles opérationnels en Île-de-France.....	17
3. Les experts scientifiques préconisent une amélioration plus poussée des modèles.....	21
4. La crédibilité externe des modèles doit être améliorée surtout s'ils se complexifient.....	24
5. L'évaluation externe des modèles est une bonne méthode pour améliorer leur crédibilité.....	26
6. La gouvernance des données est un moyen d'améliorer la crédibilité des modèles.....	29
7. La mise en œuvre de modélisations plus sophistiquées nécessiterait des moyens importants et la mobilisation de données plus nombreuses et plus largement partagées entre les acteurs.....	33
8. L'intérêt d'une mutualisation de certains développements des modèles de trafic en Île-de-France devrait être examinée à l'instar de ce qui se passe dans de grandes métropoles de province régionales (Lyon, Toulouse, par exemple).....	36
9. Il faut approfondir l'examen de l'intérêt de l'utilisation de modèles LUTI dans le cas francilien.....	40
Conclusion.....	43
Annexes.....	46
1. Lettres de mission.....	47
2. Liste des personnes rencontrées.....	52
3. Programme du séminaire scientifique du 7 novembre 2014.....	54
4. Solutions techniques disponibles pour rendre plus précises les simulations de trafic en Île-de-France.....	55
5. Le schéma de développement du modèle lyonnais.....	57

6.Le schéma de développement du modèle toulousain.....	64
7. Glossaire des sigles et acronymes.....	69

Résumé

Par lettre du 4 juillet 2014, le Préfet de la Région Île-de-France, Préfet de Paris, a demandé à la Ministre de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie l'appui du Conseil général de l'environnement et du développement durable pour un examen de l'état de la modélisation des déplacements en Île-de-France.

La mission du CGEDD a constaté que les principaux opérateurs de transports collectifs (RATP, SNCF-Transilien), le STIF, l'État via la DRIEA ainsi que quelques organismes de recherche sur les transports, disposent de modèles de simulation des déplacements, dont chacun a un domaine de pertinence spécifique et répond aux besoins propres de son promoteur. Ces modèles opérationnels sont développés, exploités et améliorés de façon parallèle par chaque promoteur de modèle.

Chaque modèle nécessite des moyens financiers et humains importants pour le développement, la maintenance et l'utilisation opérationnelle. C'est tout particulièrement le cas pour les personnels qui sont affectés aux travaux de modélisation dans les différents organismes. La compétence nécessaire à ces travaux exige que les équipes rassemblées autour des modèles aient une certaine spécialisation et une bonne stabilité dans le temps.

Cette pluralité de modèles peut conduire à échanger des bonnes pratiques et à comparer des scénarios prospectifs, mais cela peut aussi susciter des débats entre les organismes utilisant ces modèles. Même si les données d'entrée sont mises en commun, les résultats peuvent varier selon les spécificités des modèles. Les divergences de résultats peuvent être interprétées au cas par cas par des experts mais elles peuvent aussi réduire la crédibilité de la modélisation vis-à-vis du public et de ses représentants, ainsi que des décideurs.

Or la modélisation est un outil irremplaçable pour éclairer les conséquences des décisions à prendre. En effet, ces modèles de simulation sont généralement utilisés d'une part pour le dimensionnement des investissements en infrastructures et en matériel roulant, et d'autre part, pour l'analyse socio économique des choix envisagés.

L'évolution des modèles de trafic, seuls véritables outils d'analyse permettant de prendre en compte un horizon temporel long, doit elle aussi être pensée sur le long terme. La mission a pu constater que des améliorations parfois substantielles des modèles actuellement opérationnels sont en cours de réalisation ou programmées à bref délai. En revanche l'importance d'assurer avec plus de précision la modélisation de la congestion, tant pour la route que pour les transports en commun n'a pas encore été suffisamment perçue par les promoteurs de modèles à l'exception de la RATP.

Or le consensus des scientifiques rencontrés par la mission est que pour capter correctement l'utilité des nouvelles infrastructures prévues en Île-de-France qui ne repose pas seulement sur des gains de temps, il faut, d'une part endogéniser le choix de l'heure de départ des voyageurs à une échelle macroscopique et d'autre part reproduire le comportement des automobilistes à une échelle microscopique. Cela exige en outre une certaine finesse des mesures de régulation de trafic telles que la mise en place de voies réservées ou le comportement des voyageurs dans des rames et gares saturées. La mission a observé que la prise en compte des phénomènes de congestion dans les modèles de trafic, en y intégrant de nouvelles méthodes, pourrait prendre plusieurs années. Néanmoins, après la réalisation des améliorations en cours, qui semblent, pour la plupart des modèles, devoir être opérationnelles en 2015, il

faudrait examiner sérieusement si et comment il faut passer à une modélisation dynamique des trafics en Île-de-France ; une échéance réaliste pour une telle modélisation se situant aux alentours de 2020.

A cet effet la mission formule un certain nombre de recommandations qui portent sur :

-l'extension des échanges d'expériences entre les différentes équipes de modélisation qui traitent de l'Île-de-France ;

-l'établissement d'un comité scientifique sur le modèle de celui de la SGP, en charge également de procéder à des tests de validation des modèles utilisés afin d'améliorer la confiance des décideurs et du public dans les résultats obtenus ;

-la mise en place d'une gouvernance des données utiles à la modélisation en s'inspirant des pratiques de grandes agglomérations étrangères ;

-l'engagement par la DRIEA de la préfiguration d'un modèle dynamique pour être en mesure de décider d'ici un an de l'étendue de la « dynamisation » du modèle futur des services de l'État ;

-le renforcement des synergies de la DRIEA avec les organismes techniques et de recherche dépendant du MEDDE. Cela suppose de disposer de personnels d'un haut degré d'expertise pouvant s'y investir dans la durée ;

-l'étude par l'État du degré de mutualisation envisageable pour un modèle dynamique entre une large pluralité d'acteurs, à l'instar de ce que pratiquent des agglomérations comme Lyon ou Toulouse, notamment pour en partager les coûts et les productions.

La mission a enfin pris connaissance des travaux scientifiques menés à l'initiative de la SGP pour examiner le potentiel des modèles OST (Occupation du Sol Transport ou LUTI en anglais). Elle pense qu'à l'instar de ce qui s'est produit pour le Grand Londres, l'utilisation de ces modèles fournira des compléments utiles à celle des modèles de trafic. C'est pourquoi elle recommande que les évolutions à venir des modèles de trafic pilotés par l'État intègrent très en amont de leur construction la facilitation de l'articulation de ces modèles avec des modèles OST- (zonages cohérents des modèles de déplacement et modèles d'occupation du sol, structure des bases de données de résultats, branchement des itérations nécessaires entre les différents modèles, ...). Elle recommande également que soient poursuivis les travaux permettant une exploitation fiable des résultats des modèles OST pour l'évaluation des surplus engendrés par les projets de transport.

Liste des recommandations

- 1. Recommandation 1 : Réactiver et officialiser un « club des modélisateurs » d'Île-de-France rassemblant les spécialistes des principaux organismes utilisant des modèles de trafic pour leur permettre d'échanger sur une base régulière, en dehors des travaux opérationnels, aussi bien sur les données que sur les modèles. Ce club devrait être ouvert aux chercheurs.....25**
- 2. Recommandation 2 : En liaison avec les autres parties prenantes au financement des projets de transports en Île-de-France, l'État devrait promouvoir l'établissement d'un comité scientifique faisant une large place à des experts internationaux sur le modèle de celui de la SGP pour éclairer les choix en matière de modélisation. En plus des recommandations et avis sur les choix en matière de modélisation, un tel comité devrait pouvoir diligenter les tests systématiques de validation des modèles utilisés afin d'améliorer la confiance des décideurs et du public dans les résultats obtenus.....28**
- 3. Recommandation 3 : La DRIEA devrait se rapprocher de l'IGN pour redéfinir les synergies à mobiliser au sein de l'État et de ses établissements publics pour la production des données relatives au réseau routier francilien.....31**
- 4. Recommandation 4 : Au-delà du travail fait par l'OMNIL, mettre en place une gouvernance des données utiles à la modélisation en s'inspirant de pratiques étrangères (par exemple Copenhague ou Bruxelles) et y impliquer le système statistique public et le comité scientifique à créer.32**
- 5. Recommandation 5 : La mission recommande que les promoteurs de modèles, au premier rang desquels figure la DRIEA, expriment de façon claire les objectifs poursuivis par les modèles qu'ils développent. Cette stratégie d'utilisation de la modélisation serait un des éléments de l'appréciation de la pertinence des modèles par le comité scientifique préconisé précédemment.....33**
- 6. Recommandation 6 : Compte tenu des potentialités reconnues des modèles de trafic dynamiques et de la prise en compte des phénomènes de congestion dont la mise au point pourrait prendre plusieurs années, la DRIEA devrait engager la préfiguration d'un tel modèle pour être en mesure de décider d'ici un an de l'étendue de la « dynamisation » du modèle futur des services de l'État. Dès à présent cela devrait la conduire à renforcer la synergie entre le SCEP et la DIRIF qui ont des connaissances complémentaires dans le domaine de la dynamique des trafics.....34**
- 7. Recommandation 7 : La technicité plus élevée des modèles de trafic sophistiqués et les potentialités des nouvelles méthodes de recueil de données de déplacements doit conduire la DRIEA à renforcer les synergies avec les organismes techniques et de recherche dépendant du**

MEDDE ce qui suppose de disposer de personnels d'un haut degré d'expertise pouvant s'y investir dans la durée.....	35
8. Recommandation 8 : La mission recommande que l'État étudie le degré de mutualisation envisageable entre une large pluralité d'acteurs, notamment pour partager les coûts, en tenant compte de ce que chaque acteur (DRIEA, STIF, opérateurs) a évidemment besoin d'avoir la maîtrise des outils nécessaires à l'accomplissement de ses missions statutaires.	38
9. Recommandation 9 : La mission recommande d'étudier simultanément les avantages et les inconvénients de recourir à une structure de groupement d'intérêt public (GIP) pour gérer la mise au point et la maintenance d'un modèle partenarial de simulation de trafic au moins pour sa partie routière, ainsi que la gestion des données nécessaires aux modèles.....	39
10. Recommandation 10 : La mission recommande que les évolutions à venir des modèles de trafic pilotés par l'État intègrent la facilitation de l'articulation de ces modèles avec des modèles LUTI (zonages cohérents des modèles de déplacement et modèles d'occupation du sol, structure des bases de données de résultats, branchement des itérations nécessaires entre les différents modèles, ...). Elle recommande que soient poursuivis les travaux permettant une exploitation fiable des résultats de ces modèles pour l'évaluation des surplus engendrés par les projets de transport.....	42

Introduction

Par lettre du 4 juillet 2014, le Préfet de la Région Île-de-France, Préfet de Paris, a demandé à la Ministre de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie l'appui du Conseil général de l'environnement et du développement durable pour un examen de l'état de la modélisation des déplacements en Île-de-France.

En effet, les principaux opérateurs de transports collectifs (RATP, SNCF-Transilien), le STIF, l'État via la DRIEA ainsi que quelques organismes de recherche sur les transports, disposent de modèles de simulation des déplacements, dont chacun a un domaine de pertinence spécifique et répond aux besoins propres de son promoteur. Ces modèles de simulation sont, en principe, utilisés d'une part, pour le dimensionnement des investissements en infrastructures et en matériel roulant, et d'autre part, pour l'analyse socio économique des choix envisagés.

Cette pluralité de modèles peut conduire à échanger des bonnes pratiques et à comparer des scénarios prospectifs mais cela peut aussi susciter des débats entre les organismes utilisant ces modèles. Même si les données d'entrée sont mises en commun, les résultats peuvent varier selon les spécificités des modèles. Les divergences de résultats peuvent être interprétées au cas par cas par des experts mais elles peuvent aussi réduire la crédibilité de la modélisation vis-à-vis du public et de ses représentants ; or la modélisation est un outil irremplaçable pour éclairer les conséquences des décisions à prendre.

La lettre de mission rappelle, à juste titre, que de tels modèles de trafic nécessitent d'importants moyens financiers et humains pour le développement, la mise à jour et l'utilisation opérationnelle. La multiplicité des modèles entraîne donc un surcoût collectif dont il faut se demander s'il est vraiment justifié au-delà des motivations des promoteurs de modèles pour en disposer chacun pour son propre compte.

La lettre de mission demande l'examen de la question des compétences et des possibilités techniques, de celle des moyens budgétaires et financiers nécessaires au développement et à l'exploitation des modèles, pour les différentes parties concernées, en premier lieu l'État et ses opérateurs.

Elle suggère de procéder à des entretiens avec les différentes équipes en charge de ces questions et d'analyser la manière de fonctionner des acteurs du domaine des transports en Île-de-France ne possédant pas de modèle en propre.

Elle suggère également de procéder à une analyse des expériences les plus intéressantes réalisées dans ce domaine, en France ou à l'étranger.

Enfin elle demande à la mission de faire des propositions visant à favoriser le développement d'un ou plusieurs outils performants, qui soient à la hauteur des enjeux des déplacements en Île-de-France, qui soient robustes, capables d'évaluer les impacts de politiques de déplacements et d'aménagement de manière la plus pointue possible, et permettant un partage des évaluations entre les différents organismes.

La mission a donc procédé à des entretiens avec les promoteurs de modèles opérationnels en Île-de-France mais compte tenu des travaux en cours au sein du Conseil scientifique réuni par la Société du Grand Paris (SGP), elle a aussi procédé à des entretiens avec des chercheurs et des praticiens français et étrangers pour se faire préciser les recommandations du Conseil scientifique de la SGP et les conditions envisagées pour leur mise en œuvre pratique dans le cadre des modèles existant ou à venir (voir la liste des personnes rencontrées en annexe 2).

La mission a bénéficié de l'appui scientifique de Alain Ayong Le Kama, Professeur agrégé des universités à l'Université de Paris Ouest – Nanterre, qui a assuré la liaison avec le monde universitaire et a également organisé un séminaire scientifique sur la modélisation des déplacements avec les principaux experts du domaine pour actualiser un état de l'art (programme en annexe 3). Ce séminaire a permis de mettre en débat, entre chercheurs, experts et promoteurs de logiciels de trafic, les recommandations du conseil scientifique de la SGP et de faire apparaître les tendances actuelles de la modélisation tant dans le domaine universitaire que dans celui des grands éditeurs de logiciels de modélisation.

1. Les modèles actuellement opérationnels utilisent des développements de méthodes relativement anciennes

Il existe quatre modèles de trafic principaux opérationnels en Île-de-France. Ces modèles ont été développés de façon largement indépendante même s'il existe des passerelles entre certains d'entre eux.

La SGP a fait procéder à un inventaire et à une analyse de ces modèles par un groupe d'experts internationaux. Compte tenu de la qualité des experts, de l'étendue de leurs investigations et de la validation de leurs résultats par le Conseil scientifique de la SGP, la mission a considéré qu'elle pouvait s'appuyer sur les résultats obtenus.

Origine du modèle	En vigueur au 31 mai 2014	En construction au 31 mai 2014	Logiciels utilisé	Champ d'application
DRIEA	MODUS V2.2	MODUS V3	SAS, VISUM (partiel)	Stratégique TC + VP (avec itération)
STIF	ANTONIN 2	ANTONIN 3	CUBE Voyager	Stratégique TC + VP (temps VP de Modus sans itération)
RATP	GLOBAL 8	GLOBAL 9	Développement interne à la RATP	Stratégique TC + VP (temps VP de Modus sans itération)
SNCF	ARES v1.0 (depuis janvier 2014)	ARES v2.0 (prévu fin 2015)	VISUM	Stratégique TC + VP (temps VP obtenus de façon autonome, sans itération)

Source : Rapport Duchâteau-Gaudry¹

La SGP n'a pas développé de modèle en propre mais a lancé des inter comparaisons de modèles avec l'appui de son Conseil scientifique. Cette inter comparaison ne s'est pas limitée aux modèles de trafic proprement dits mais s'est également étendue à des modèles LUTI² existants pour examiner les apports complémentaires que peuvent fournir de tels modèles qui sont examinés de façon plus détaillée au point 10.

Origine du modèle	En vigueur au 31 mai 2014	En construction au 31 mai 2014
VINCI puis Jean Delons & Vincent Piron	Pirandello 2013	Pirandello 2014
State University of New York at Buffalo (Alex Anas)	RELU-TRAN version 50+4 zones	RELU-TRAN version détaillée 1300 zones
University of California, Berkeley (Paul Waddell)	UrbanSim 2013	UrbanSim 2015

Source : Rapport Duchâteau-Gaudry

¹ Rapport pour la Société du Grand Paris, Duchâteau et Gaudry (2014). La bibliographie est fournie en fin de rapport

² Land Use Transport Interaction ou OST (Occupation du Sol Transport) en français

De son côté, RFF n'a pas développé de modèle de trafic urbain mais utilise les modèles d'autres organismes, par exemple pour l'évaluation du prolongement de la ligne E du RER d'Île-de-France à l'ouest de Paris (projet EOLES) qui a fait l'objet d'une expertise technique remise à la fin de 2011³.

Les deux principaux modèles stratégiques sont ANTONIN (STIF) et MODUS (DRIEA) sur lesquels la mission a jugé utile de concentrer ses investigations même si elle a rencontré la RATP et SNCF-Transilien pour se faire présenter les modèles de ces entreprises.

Description d'ANTONIN 2

Le modèle de prévision des déplacements de personnes en Île-de-France actuellement utilisé par le STIF est le modèle ANTONIN 2 (ANalyse des Transports et de l'Organisation des Nouvelles INfrastructures).

Il s'agit d'un modèle multimodal constitué à l'échelle de l'ensemble de l'Île-de-France. Il vise à traiter des échelles géographiques allant du niveau global de la région Île-de-France au niveau local. Lors de la phase d'estimation du modèle, l'Île-de-France a été découpée en environ 1350 zones selon un zonage tenant compte de l'offre et de la structure des réseaux de transports collectifs. Lors de l'utilisation du modèle, le nombre de zones est adapté aux spécificités des secteurs étudiés.

Le modèle ANTONIN 2, conçu pour les besoins du STIF, repose sur des principes utilisés dans d'autres métropoles ou pays européens, en particulier pour le modèle PRISM (Policy Responsive Integrated Strategy Model of the West Midland) mis en œuvre par le Birmingham City Council, le modèle national des Pays-Bas et le modèle de la ville de Stockholm. Il se rattache à la famille des modèles « tour-based »⁴ qui sont différents des modèles traditionnels à quatre étapes, et qui s'appuient sur un modèle de demande sous forme de boucles de déplacement par motif. Il s'agit en pratique de séquences dites « Logit-repeat » où les caractéristiques des réseaux n'interviennent pas et n'ont donc aucune influence sur la fréquence des déplacements.

ANTONIN 2 ne modélise pas des modes de déplacements mais des chaînes modales qui sont au nombre de 13 dans cette version :

- 1-Voiture conducteur
- 2-Voiture passager
- 3-Marche à pied
- 4-Train avec accès à pied
- 5-Métro avec accès à pied
- 6-Bus avec accès à pied
- 7-Train/Métro avec accès à pied

³ Comité scientifique d'évaluation économique du projet de prolongement du RER E à l'ouest (EOLE), annexe 2 par Marc Gaudry et Emile Quinet, 7 septembre 2011

⁴ Ces modèles « tour-based » ont été développés initialement par RAND Europe avec l'appui du professeur Ben Akiva du MIT. Le groupe américain RAND a désinvesti ce type de marché mais l'équipe transports de RAND Europe est maintenant intégrée dans la société néerlandaise Significance, un institut néerlandais indépendant spécialisé dans la recherche quantitative sur la mobilité et les transports.

- 8-Train/Bus avec accès à pied
- 9-Métro/Bus avec accès à pied
- 10-Train/Métro/Bus avec accès à pied
- 11-Train avec accès voiture
- 12-Métro avec accès voiture
- 13-Train/Métro avec accès voiture

Par ailleurs, 10 motifs de boucles de déplacements sont pris en compte, 8 motifs basés au domicile et 2 motifs basés au travail / lieu d'étude. Ces 10 motifs sont les suivants :

- 1- Domicile – travail pour les catégories sociales à hauts revenus
- 2- Domicile – travail pour les catégories sociales à bas revenus
- 3- Domicile - Affaires Professionnelles
- 4- Domicile – école
- 5- Domicile – éducation (étudiant)
- 6- Domicile – achats réguliers
- 7- Domicile – autres achats
- 8- Domicile – activités sociales
- 9- Travail – Affaires Professionnelles
- 10- Travail ou éducation – autres que Affaires Professionnelles

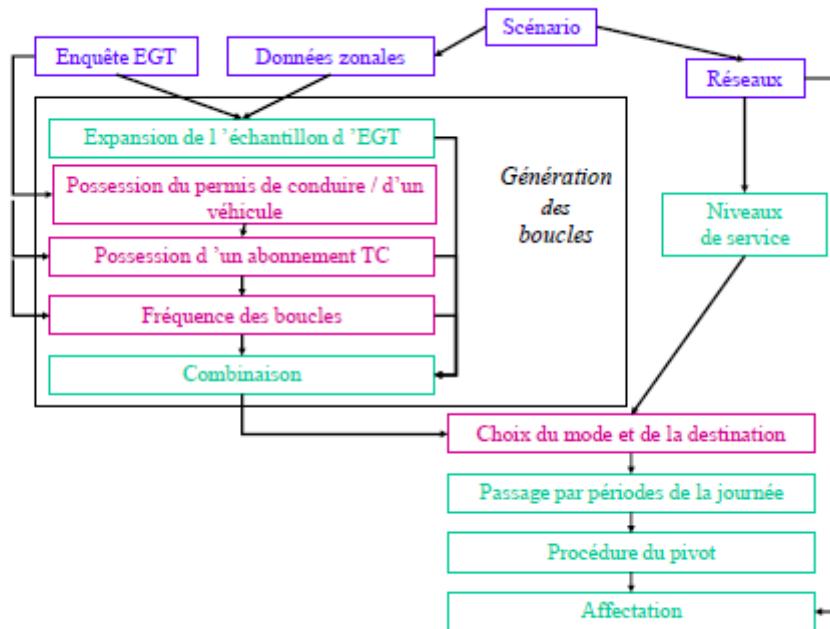
ANTONIN 2 est composé de programmes développés spécifiquement pour le STIF pour la mise en œuvre des différents modèles de choix et s'appuie sur des modules du logiciel CUBE (développé par la société CITILABS) qui permettent de réaliser les opérations liées aux réseaux de transports (calculs d'itinéraires, visualisation et codification des réseaux) ainsi que les opérations de calcul matriciel prévues par les algorithmes.

ANTONIN 2 est constitué d'un enchaînement de modèles logit de choix discret décrivant les étapes de décision préalables 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. Ainsi, 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.

Le STIF indique que ses modèles ont été estimés à partir de l'EGT 2001 et réévalués à partir de l'EGT 2010.

L'architecture générale du modèle est résumée dans le schéma suivant :

Architecture du modèle ANTONIN 2



Source STIF

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 13×1400 couples mode x destination.

Moyens du STIF.

Pour le développement, la maintenance et l'exploitation du logiciel ANTONIN, le STIF mobilise des moyens importants. 9 personnes se consacrent à ces activités. Un budget de 2,25 M€ y a été consacré depuis 2010 soit environ 450 k€/an.

Le STIF ne dispose pas d'un conseil scientifique pour l'évaluation d'ANTONIN. Il fait valoir que la sous traite à Significance qui mobilise des chercheurs réputés lui apporte une première garantie de rigueur scientifique. En second lieu, le STIF finance la chaire de socio-économie des transports du Laboratoire Ville Mobilité Transport (LVMT), créé en 2003 sur le Campus de la Cité Descartes à Champs-sur-Marne dans le cadre d'un partenariat entre l'École Nationale des Ponts et Chaussées, l'IFSTTAR et l'Université Paris Est-Marne la Vallée. Ce financement s'élève à 200 à 250 k€ / an sur 10 ans.

Le STIF finance également des études et recherches orientées comme l'étude sur la perception du confort pour 350 k€, l'élaboration des hypothèses de développement urbain par l'IAU Ile-de-France (300 k€ sur la période 2012-2014, en cours de renégociation pour 2015-2017).

Le développement de la nouvelle version ANTONIN 3 fait l'objet de marchés avec Significance et SYSTRA pour 600 k€.

Description de MODUS

Bien qu'il ait eu des prédecesseurs à la DREIF dès les années 1970, c'est au début des années 1990 que la version moderne de MODUS (Modèle de Déplacements Urbains et Suburbains) voit le jour. Elle intègre des avancées théoriques résultant des travaux universitaires disponibles à cette époque: structure en 4 étapes, modèle de choix discrets. MODUS contribue à alimenter les études techniques réalisées par l'État et relatives à l'élaboration du Schéma Directeur de la Région Île-de-France de 1994. Au-delà du développement résultant des progrès constants de l'informatique dans cette décennie, la DREIF procède au développement de la partie transports collectifs et au perfectionnement de la partie routière grâce à des travaux de l'INRETS.

Les améliorations les plus récentes datent de 2009-2010 avec la mise en place de la version MODUS v2.2 actuellement en service. Ces améliorations ont porté tant sur le zonage et les connecteurs, que sur l'introduction des échanges avec l'extérieur de l'Île-de-France aux zones aéroportuaires et aux grandes gares ferroviaires et sur le cœur du modèle par le nouveau calibrage des paramètres dans ses trois premières étapes.

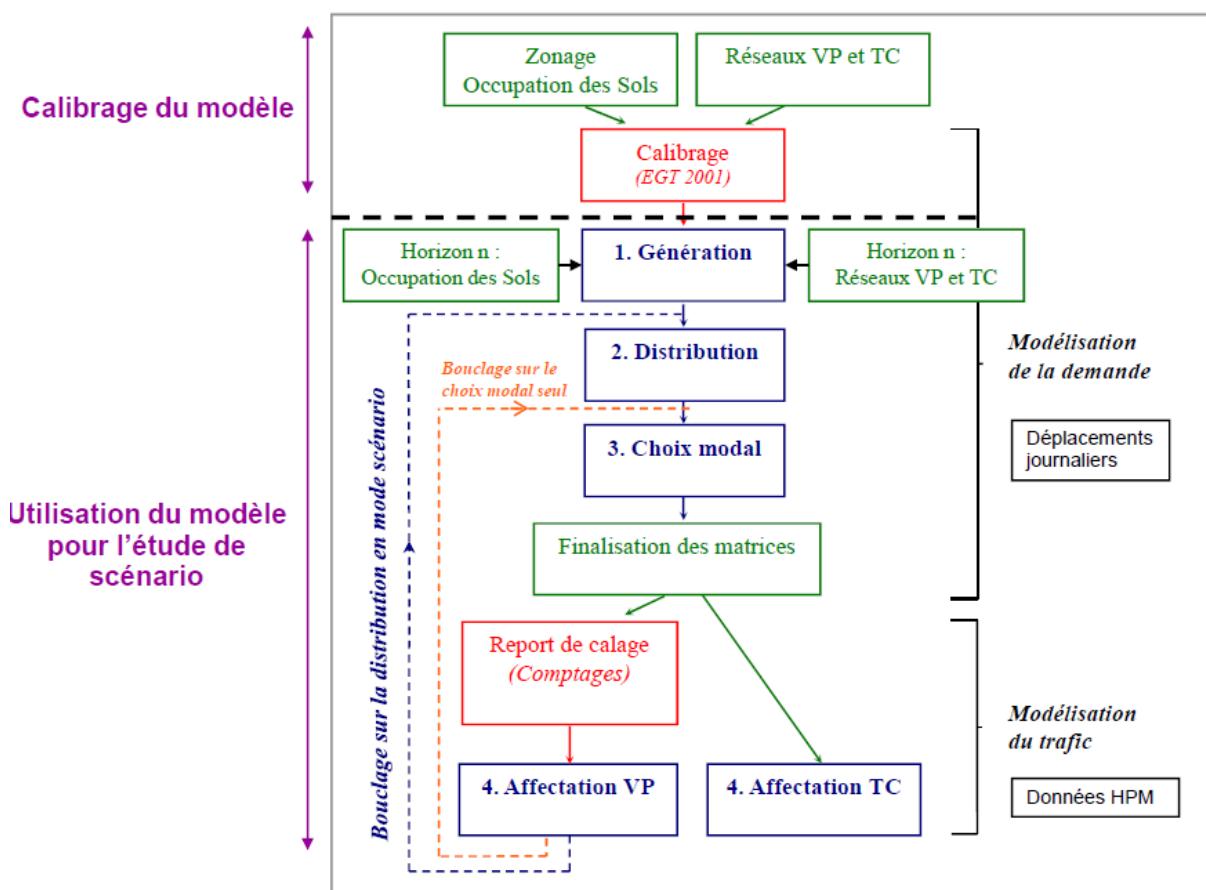
Dès sa version 2.1, MODUS a été codé sous langage SAS par les services de la DREIF. Cette dernière souhaitait s'affranchir de la dépendance vis-à-vis d'un logiciel de transport du commerce pour la modélisation de la demande afin éviter les effets de « boite noire » et de pouvoir interpréter finement les résultats obtenus. Les temps de parcours routiers, obtenus après affectation avec prise en compte de contraintes de capacité, sont ré-injectés dans l'étape de distribution pour avoir un modèle bouclé. Le langage SAS est utilisé pour le modèle de demande et pour le pilotage global de la chaîne de modélisation. Pour l'affectation et le codage des réseaux TC et VP, c'est le logiciel VISUM de la société PTV qui est utilisé. La description des réseaux TC et VP appartient en propre à la DRIEA qui peut, sous certaines conditions, la mettre à disposition d'autres utilisateurs sans droit d'auteur.

Le bouclage du modèle a été renforcé pour MODUS v2.2 qui permet le choix entre 2 types de bouclage : itération sur la distribution (choix de la destination du déplacement) ou sur le choix modal permettant d'isoler l'effet sur le report modal d'un projet.

Les spécificités de MODUS v2.2 peuvent être décrites ainsi :

* C'est un modèle régional : MODUS v2.2 s'intéresse à la mobilité en Île-de-France, et son périmètre d'action géographique couvre l'intégralité de la Région; la pertinence de ses résultats se juge ainsi à ce niveau régional. L'Île-de-France est découpée en 1289 zones qui peuvent être soit infra-communales, mono-communales ou supra-communales selon la densité de population. On compte en plus 34 zones de cordon routier, et 12 zones de cordon TC.

* C'est un modèle classique à 4 étapes dont l'organisation est décrite par le schéma suivant :



Source DRIEA

* C'est un modèle multimodal : MODUS v2.2 intègre trois modes de transport :

- * la voiture particulière (VP),
- * les transports en commun (TC)
- * les modes doux (MD),

dont deux avec affectation de la demande (VP et TC).

* C'est un modèle agrégé : les lois comportementales des étapes de génération, de distribution et de choix modal de MODUS v2.2 s'appliquent à des catégories de populations dont les déplacements présentent des caractéristiques communes (segments de demande). Chaque segment de demande est un croisement entre une catégorie d'usagers (captifs des TC/ non captifs = VP + permis) et un motif de déplacement (6 motifs), soit 12 segments de demande. Les six motifs sont :

- * domicile travail ;
- * travail-domicile ;
- * achats – affaires personnelles ;
- * loisirs ;
- * non-basé travail → domicile ;
- *non-basé domicile → travail.

* C'est un modèle doublement contraint en volume, c'est-à-dire que des contraintes encadrent la relation entre les étapes de génération et de distribution.

* C'est un modèle macroscopique : l'étape d'affectation utilise des flux agrégés de déplacements.

* C'est un modèle statique : les lois de comportement de MODUS v2.2 ont pour but d'aboutir à la description « moyenne » des déplacements ayant lieu durant une tranche horaire bien déterminée, en l'occurrence l'heure de pointe du matin (HPM) et l'heure de pointe du soir (HPS).

* C'est un modèle à affectation VP prix-temps sous contrainte de capacité.

MODUS v2.2 a été calibré avec les données recueillies par l'EGT 2001⁵. Les matrices routières produites par cette dernière version, avec les données socio démographiques 2005 de l'INSEE et sur la base d'un réseau routier 2010, ont été calées sur des données de comptage de 2007-2008. Les matrices du mode TC, produites sur la base d'un réseau 2010, ont fait l'objet d'un calage partiel sur les lignes de RER en 2010. La DRIEA indique avoir procédé en 2014 à un premier calibrage sur la base des résultats de l'EGT 2010.

Les validations des matrices calées s'effectuent selon les critères des techniques habituelles de minimisation des écarts entre les flux de la matrice brute et les observations de comptage.

Le développement de MODUS et son exploitation sont très largement réalisés en interne par la DRIEA (Service de la Connaissance, des Études et de la Prospective).

⁵ L'enquête globale transport (EGT) a déjà été réalisée en 1976, 1983, 1991 et 2001 par l'INSEE. L'EGT 2010 a été pilotée par le STIF en partenariat avec la DRIEA. Elle a été réalisée par TNS Sofres selon la méthodologie du CERTU avec 18 000 ménages enquêtés en face-à-face et plus de 140 000 déplacements décrits. Elle a mobilisé un budget de 6 M€ (4 M€ STIF et 2 M€ État). Malgré quelques différences de méthodologie, l'enquête de 2010 reste comparable à celle de 2001, sauf pour les petits déplacements moins bien repérés en 2001. L'enquête 2010 est directement comparable aux enquêtes EMD réalisées selon la même méthodologie CERTU dans les autres grandes villes françaises.

Toutefois, les moyens affectés à MODUS sont relativement limités. Les éléments chiffrés communiqués par la DRIEA sont les suivants :

Récapitulatif des crédits consommés par an

<i>en euros courants</i>	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Maintenance logiciel	21 000	21 000	7 800	15 600	15 600	18 500
Achat de licences					36 800	4000
Formation des utilisateurs de la DRIEA				6 000	6 000	6 000
Sous-traitances	55 500	55 500		15 000		30 000
TOTAL par an	76 500	76 500	7 800	36 600	58 400	58 500

Source DRIEA

Effectifs dédiés au modèle+utilisateurs du modèle à la DRIEA

(toutes catégories de personnels confondues)

<i>en mois</i>	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Développement	16,6	18,2	7,8	6,0	6,91	15,6
Réseau VP	7,2	2,4	3,6	10,8	13,3	19,0
Réseau TC	8,4	7,2	9,1	7,5	9,4	11,8
Outils connexes ⁶	3,8	4,8	3,6	2,0	5,1	4,8
Etudes avec MODUS	25,2	28,5	28,7	24,3	24,8	20,4
EGT ⁷	1,8	3,8	0,0	0,0	2,4	2,4
TOTAL en mois	63,0	66,1	53,3	52,0	61,9	74,5
TOTAL en ETP	5,3	5,5	4,4	4,3	5,2	6,2

Source DRIEA

La DRIEA affecte donc environ 4 à 5 ETP et 50 à 60k€ par an à cette activité de modélisation. Le contexte budgétaire contraint conduit à s'interroger sur la soutenabilité de la maintenance et du développement de MODUS au niveau de complexité requis par l'analyse des grands projets d'infrastructures et d'exploitation permettant d'améliorer la mobilité en Île-de-France dans les prochaines années.

Cette question est d'autant plus cruciale que l'analyse des experts universitaires mobilisés par la SGP les a conduits à préconiser des travaux lourds pour moderniser les outils de prévision des trafics en Île-de-France. Notons, comme indiqué dans le tableau du paragraphe 2, que MODUS joue de plus un rôle stratégique pour le STIF et la RATP.

⁶ Les outils connexes regroupent les éléments de modélisation qui ne sont pas intrinsèquement liés à MODUS, mais pouvant servir à alimenter MODUS en données d'entrée (exemple : outil de territorialisation des données de population et emplois au niveau infra-communal, vecteurs cordons) ou à lui implémenter des fonctionnalités particulières (exemple : périmètre ZAPA d'interdiction) ou à améliorer l'exploitation des résultats

⁷ L'EGT est ici mentionnée dans le cadre de l'alimentation du modèle MODUS en données d'entrée sur les comportements de déplacements.

2. Des évolutions, dont certaines sont substantielles, sont déjà en cours pour plusieurs modèles opérationnels en Île-de-France

Les promoteurs des modèles font valoir, à juste titre, que ces modèles sont améliorés en permanence et qu'au moment du déroulement de la mission des travaux sont déjà engagés par toutes les équipes.

Les choix faits par le STIF pour ANTONIN 3

Le STIF fait valoir que la conception de la nouvelle version du modèle ANTONIN cherche à concilier différents objectifs et contraintes :

- le retour d'expérience de l'utilisation d'ANTONIN 2 et les analyses critiques et les propositions d'amélioration du LVMT ;
- les conclusions de l'analyse critique faite dans le cadre du comité scientifique sur le projet de prolongement d'Eole à l'ouest ;
- la nécessité d'aboutir à un modèle exécutable en un temps raisonnable (moins de 3 heures sur des ordinateurs de bon niveau) compte tenu de la nécessité de produire une vingtaine d'études par an par l'équipe modélisation du STIF ;
- la robustesse des choix méthodologiques retenus (sur la base notamment des connaissances partagées avec la communauté scientifique des experts en modélisation).

Des remarques ont été formulées au premier semestre de 2014 par la mission commanditée par la SGP et animée par MM. Duchâteau et Gaudry. Le STIF intègre certaines de ces recommandations dans la troisième version de son modèle :

Les modes de transports intégrés au modèle

L'objectif du STIF est de pouvoir modéliser dans ANTONIN 3 la diversité des modes franciliens. La nouvelle version intégrera ainsi :

voiture passager

voiture conducteur

Transports collectifs avec accès à pied

transports collectifs avec accès en voiture (les deux modes sont bien modélisés comme des alternatives séparées)

marche

deux-roues motorisés (nouveauté ANTONIN 3)

vélo (nouveauté ANTONIN 3)

Le fait d'avoir regroupé les transports collectifs au sein d'un seul mode vise à faciliter la prise en compte des sous-modes de transports collectifs (en particulier pour les nouveaux sous-modes comme, par exemple, le télécabine).

Modélisation du bénéfice lié à la diversité des itinéraires possibles

Dans ANTONIN 3 le calcul d'un coût composite conformément aux recommandations méthodologiques du comité scientifique EOLE est intégré dans le calcul des niveaux de service des transports collectifs. Ce coût composite correspond au logsum des coûts généralisés des itinéraires possibles. L'ajout d'un nouveau service (nouveau mode TC ou nouvelle ligne), même moins rapide, entraînera donc une amélioration pour le voyageur.

Prise en compte du temps de manière non linéaire

Dans ANTONIN 3, tout comme dans ANTONIN 2, la formulation de l'utilité dans le modèle de choix conjoint du mode et de la destination inclut le temps de manière linéaire et le coût de manière logarithmique. Ainsi, la valeur du temps augmente avec la distance alors que l'élasticité au coût diminue. Cette solution pratique est d'ailleurs retenue dans de nombreux modèles régionaux ou nationaux en Europe (modèle national hollandais par exemple).

Prise en compte du stationnement

Compte tenu de la difficulté estimée par le STIF pour obtenir dans des délais raisonnables une description fine exhaustive des contraintes de stationnement dans la nouvelle version du modèle, ANTONIN 3 contiendra une classification en 5 catégories des zones du modèle.

Cette nouvelle méthode permet de modéliser plus finement les zones/communes où le stationnement est gratuit mais contraint et l'attractivité des parcs-relais et leur capacité d'accueil maximale.

Le stationnement sera pris en compte dans les modèles de choix de mode et de destination comme variable caractéristique de la destination et dans le calcul des niveaux de service TC (Mode d'accès voiture possible ou non, ajout du temps de recherche de stationnement au temps d'accès à la gare).

Prise en compte de la congestion

La prise en compte de la congestion se fera selon un processus en 4 étapes. Selon l'objectif des études réalisées, l'ensemble des étapes sera réalisé ou seulement les premières.

● Première étape

Elle concerne l'affectation en transports collectifs. Après une première affectation, on calcule les taux de charges dans les véhicules de transports collectifs. Par application des résultats de l'étude sur la perception du confort, on détermine alors des temps de parcours ressentis égaux ou plus longs que les temps de parcours réels. Une nouvelle affectation peut alors être effectuée.

● Deuxième étape

Elle concerne l'affectation routière. Il s'agit de l'application classique des courbes débit-vitesse qui permettent de tenir compte de la capacité routière dans l'affectation. Après affectation, les temps de parcours routiers peuvent être différents des temps entrés en hypothèse pour le choix du mode et de la destination.

● Troisième étape

Il s'agit ici de rétroagir sur le choix du mode et de la destination en tenant compte des résultats d'affectation. Le modèle est appliqué à nouveau en tenant compte du temps composite TC recalculé à partir des temps ressentis suite à l'affectation TC et des temps routiers affinés.

● Quatrième étape

La congestion entraîne une augmentation des temps de parcours routiers, durant la période de pointe du matin qui peut conduire, dans une proportion limitée selon le STIF, à un report des déplacements voiture vers les périodes creuses (phénomène du déshorlage). Cette approche sera réalisée par application de coefficients d'élasticité.

Les choix faits par la DRIEA pour les prochains développements de MODUS

À la suite de la mission Duchâteau-Gaudry commanditée par la SGP en 2014, la DRIEA a réactualisé son programme de travail pour l'amélioration du modèle MODUS. Deux grands axes d'amélioration vont bénéficier d'une priorité élevée. Il s'agit d'une part, de l'amélioration et de la mise à jour du réseau routier, y compris le codage des projets routiers aux horizons 2020 et 2030 et de la révision des courbes débit-vitesse qui ont fait l'objet d'observations de la part de la mission Duchâteau-Gaudry. Il s'agit d'autre part de la refonte et du calibrage de MODUS sur la base de l'EGT 2010 dont les résultats peuvent être maintenant pleinement exploités. Dans le même esprit, la segmentation de la demande sera actualisée, les fonctions d'utilité intégrées au modèle de demande seront améliorées avec prise en compte du logsum des temps et modification de la forme fonctionnelle des variables de temps de parcours et de coût VP et TC par utilisation de transformations de Box-Cox.

Une validation du modèle amélioré sera effectuée. Elle comprendra la détermination des élasticités de la demande aux coûts et aux temps, le calage des matrices (calage des charges de trafic sur les comptages et calage des temps de parcours simulés sur les mesures de temps, en particulier celles émanant de la DIRIF qui possède une connaissance très poussée des trafics réels).

Il faudra ultérieurement procéder à l'amélioration et mise à jour du réseau TC et à la révision du modèle d'affectation TC comprenant la prise en compte de la congestion dans les TC.

Ces améliorations qui sont cohérentes avec les préconisations de la mission Duchâteau-Gaudry sont nécessaires et peuvent utilement préparer le passage à des phases d'améliorations plus poussées examinées au point 4 du présent rapport.

L'évolution des autres modèles

La mission a également été informée des évolutions engagées pour les modèles GLOBAL (passage à GLOBAL 9) et ARES (passage à ARES V2.0) ce qui fait qu'à la fin de l'année 2015 les principaux modèles opérationnels en Île-de-France auront été améliorés, certains de façon très substantielle. Dans la plupart des cas ces améliorations vont dans la direction préconisée par la mission Duchâteau-Gaudry commanditée par la SGP en 2014 et de l'avis du Conseil scientifique de la SGP. Ces améliorations constitueront des progrès par rapport à la situation actuelle.

La mission s'est donc concentrée sur l'écart entre la situation qui prévaudra en 2015 et les préconisations des experts scientifiques et sur les conditions dans lesquelles cet écart pourrait ou devrait être réduit.

3. Les experts scientifiques préconisent une amélioration plus poussée des modèles

Par construction, les modèles de trafic fournissent des simulations des trafics dans différentes situations sur la base d'algorithmes de description des comportements qui doivent posséder des qualités scientifiques reconnues et en fonction d'hypothèses retenues par les modélisateurs dont l'énoncé doit être fait de façon explicite et compréhensible pour permettre une interprétation correcte des résultats obtenus.

Les modèles de simulation de trafic sont principalement utilisés avec deux objectifs⁸ :

* Le dimensionnement de l'infrastructure constitue la raison première du développement des modèles de trafic : ce dimensionnement consiste d'abord à évaluer la charge maximale tant de l'infrastructure elle-même que du matériel roulant. De manière cohérente avec cet objectif, les premiers modèles se sont centrés sur la détermination du trafic domicile-travail aux heures ou périodes de pointe. Au-delà de ce dimensionnement global pour lequel le rapport du Predit déjà cité constatait des résultats raisonnablement convergents des modèles comparés, le dimensionnement des stations s'analysant à un niveau géographique plus fin faisait apparaître des écarts de simulation entre modèles beaucoup plus importants.

* Pour étayer la prise de décision du lancement d'une nouvelle infrastructure de transport, il est nécessaire de compléter son dimensionnement par l'analyse de sa rentabilité socio-économique. Cet objectif est beaucoup plus complexe à atteindre car la monétarisation des gains apportés par le projet doit porter sur l'ensemble des critères impactés par le projet : ces critères sont à la fois internes (gains de temps, de confort, gains environnementaux etc...) mais aussi externes comme les effets d'augmentation du maillage du réseau améliorant sa résilience ou son impact sur le développement urbain. Cette monétarisation fait appel à des valeurs tutélaires généralement tirées de documents administratifs plus ou moins normatifs. Ces valeurs tutélaires sont souvent des valeurs moyennes établies par des travaux d'experts et ne sont pas forcément cohérentes avec la valeur qui peut être déduite des équations de comportement du modèle, ces dernières étant généralement fondées sur des études économétriques spécifiques au projet étudié.

Les experts mandatés par la SGP ont examiné les modèles en tenant compte de ces objectifs dans leurs appréciations.

La mission partage les conclusions du rapport de diagnostic des améliorations à apporter aux modèles actuellement utilisés en Île-de-France (rapport de la mission Duchâteau-Gaudry commanditée par la SGP en 2014). Les préconisations des experts sont résumées en Annexe 4.

⁸ Ce développement est largement inspiré par la note de synthèse NS1597/RATP-PREDIT/02.00/V2 de la recherche Predit « Evaluation des modèles de prévision de trafic »

Parmi les conclusions du rapport de la mission Duchâteau-Gaudry, certaines présentent des difficultés techniques particulières de mise en œuvre dont la résolution nécessitera plusieurs années de travaux et la mobilisation d'un volume important de données :

- la modélisation de la congestion, sur les réseaux routiers d'une part et sur les réseaux de transports en commun d'autre part ;
- la prise en compte d'effets dynamiques dans la modélisation des trafics principalement le choix de l'heure de départ qui est un des premiers arbitrages que fait le voyageur lorsqu'il est confronté à une modification de l'offre de transport, et qui doit être homogénéisée ;
- la modélisation fine de certaines parties du réseau particulièrement congestionnées, afin de simuler le comportement, minute par minute, du voyageur en particulier pour le mode routier, en simulant par exemple les modalités de changement de voie pour mieux apprécier les effets des mesures de gestion de la circulation telles que la mise en place de voies réservées.

Il est clair que la mise en œuvre d'autres préconisations du rapport Duchâteau-Gaudry (2014) peut apporter des précisions utiles à la définition et à la mise en œuvre de politiques de transport:

- compte tenu de l'importance des conditions de stationnement dans les choix modaux, la prise en compte du stationnement avec davantage de précision permettrait de modéliser plus finement la réaction des voyageurs ;
- des analyses prospectives permettant d'apprécier les effets de différentes options dans la tarification de la mobilité, tant en ce qui concerne les transports privés (via tarification aux heures de pointe, tarification des parkings) que les transports publics fourniraient des informations utiles sur les reports modaux et la modification des surplus en niveau et en répartition. Il en irait de même pour l'influence de modalités émergentes de mobilité (covoiturage, auto partage, conséquences de la généralisation des smartphones et de leurs fonctions GPS de calcul d'itinéraires).

Il est important de préserver la possibilité de les intégrer au moindre coût dans la structure des modèles améliorés qui seront développés dans le futur. La décision de les intégrer effectivement et le moment de cette intégration doivent être étudiés en fonction des moyens disponibles après réalisation des autres améliorations mentionnées ci-dessus, en fonction de la disponibilité des données pertinentes et de la compatibilité avec les objectifs des simulations de trafic (vision globale, intermédiaire ou locale) qui peuvent nécessiter le recours à des modèles différents en termes d'échelle géographique de l'analyse.

D'un point de vue technique, les algorithmes et la paramétrisation des modèles devraient être améliorés en particulier dans les domaines suivants :

- (i) les modalités du choix d'itinéraire TC avec un usage plus général de la méthode d'agrégation de type log-somme afin que les mesures de l'accessibilité et du surplus prennent en compte la préférence pour la variété des usagers ;
- (ii) la différenciation des constantes modales selon les lignes de transport ;
- (iii) l'utilisation complète des données nouvelles issues de l'enquête EGT 2010.

Dès lors que des améliorations ont déjà été décidées pour la plupart des modèles et seront rendues opérationnelles en 2015, l'analyse de l'évolution souhaitable de la modélisation des transports en Île-de-France doit bien distinguer les échéances ultérieures auxquelles des améliorations complémentaires doivent être apportées.

Compte tenu de la complexité, des coûts et des délais de plusieurs années qui seraient nécessaires au franchissement d'étapes techniques recommandées par la mission Duchâteau-Gaudry, principalement l'intégration de l'analyse dynamique des trafics, il ne faut pas tarder à réfléchir aux actions à engager pour franchir ces étapes vers 2020.

Cette réflexion doit porter non seulement sur les aspects techniques (algorithmes, mise en œuvre informatique et données à mobiliser) mais aussi sur les aspects d'organisation des études et de gouvernance des modèles et des données que la mission aborde plus loin.

Ce diagnostic a été confirmé par les débats qui ont eu lieu lors du séminaire scientifique organisé par la mission (le programme du séminaire est donné en Annexe 3). Ce séminaire a en effet permis de confirmer un certain nombre d'éléments mis en avant par le rapport Duchâteau et Gaudry (2014). Tout d'abord, il en est clairement ressorti que, malgré la complexité de leur mise en œuvre, et surtout de leur généralisation, le basculement vers des modèles dynamiques d'affectation des trafics, qui tiennent mieux compte de la structure de la demande, est inéluctable, à moyen-long terme. Leur complexité est de mieux en mieux prise en considération et traitée d'un point de vue théorique, mais leur transcription dans les modèles existants, ou leur intégration dans les solutions futures posent néanmoins encore questions.

Ces questions portent tout autant sur la disponibilité des données nécessaires à cette modélisation dynamique, que sur leur gouvernance ; ainsi que, plus généralement sur l'organisation générale de la gouvernance du système (les données, les modèles, les processus de validation, le type de relations qui régiraient les rapports entre les différents acteurs du système, etc.). De nombreux exemples de la mise en œuvre de tels systèmes de modélisation des trafics en aires urbaines ont été présentés lors de ce séminaire scientifique. Il en ressort clairement qu'il n'existe pas aujourd'hui de solution définitive, clé en main, transposable d'un endroit quelconque à la région Île-de-France ; la situation, l'organisation institutionnelle, la structure des réseaux existants, étant toutes singulières.

La mission observe également qu'il ressort de ses auditions et des débats du séminaire scientifique que l'amélioration de l'interface avec des modèles LUTI ou à tout le moins la préservation des plus grandes souplesses dans l'organisation de ces interfaces présente une intéressante valeur d'option en permettant de ne pas figer les choix de modèles TI qui nécessitent encore des études approfondies au moment de réaliser les améliorations des modèles de trafics dont la consistance est assez claire aujourd'hui. Ce sujet est examiné de façon plus détaillée au point 10 du présent rapport.

4. La crédibilité externe des modèles doit être améliorée surtout s'ils se complexifient

Le caractère opaque des modèles de trafics complexes est parfois avancé pour justifier les critiques portées à leur encontre en particulier lorsque les résultats obtenus ne sont pas ceux attendus par leurs détracteurs. Le passage à une modélisation dynamique tant pour les transports routiers que pour les transports collectifs qui est recommandé par les experts universitaires et par la mission peut accroître ce caractère opaque compte tenu de l'accroissement de la complexité des modèles qu'il faudra réaliser.

Ce caractère opaque peut toutefois être atténué en améliorant l'information relative aux méthodes et aux hypothèses sur lesquelles reposent les modèles utilisés. De ce fait, la gouvernance des modèles de trafic est fondamentale pour conforter leur crédibilité vis-à-vis tant des décideurs que du public. Des pratiques de gouvernance allant dans ce sens existent déjà à l'étranger sous des formes diverses.

Dans la plupart des cas les institutions détenant des modèles ont un réseau de consultants qui est périodiquement sollicité pour partager le retour d'expérience d'exploitation des modèles et proposer des améliorations. Les développements de modèles peuvent être partiellement ou totalement sous traités. La sous-traitance peut être confiée à de grands éditeurs de logiciels ou à des sociétés plus petites commercialisant les connaissances scientifiques produites dans les laboratoires et établissements de recherche (« spin-offs » universitaires). Parmi les cas concrets examinés par la mission, les situations de Stockholm⁹, Copenhague¹⁰, Oslo¹¹ et Bruxelles¹² ont paru particulièrement intéressantes en matière de gouvernance.

⁹ Le modèle suédois LuTrans utilisé par la région de Stockholm est une version simplifiée du modèle de trafic national suédois SAMPERS. Il a été mis à jour en 2009 pour permettre de tester rapidement des scénarios à long terme de localisation des nouveaux habitants et emplois. Cette version, exploitée par le bureau d'étude WSP est couplée au logiciel de trafic Emme 3.4 et calibrée sur l'enquête ménages 2005/2006 réalisée à Stockholm. Le modèle est accessible en open source auprès de WSP pour la recherche et l'enseignement et l'équipe de maintenance espère obtenir des propositions d'améliorations en retour de cette accessibilité. En revanche, les données relatives à l'usage des sols sont accessibles sous conditions auprès des autorités de la région de Stockholm.

¹⁰ Le modèle danois « Ørestad Traffic Model » (OTM) qui en est actuellement à la version 6 est développé et exploité par la « Danish Technical University (DTU) » pour l'agence régionale de Copenhague (METRO Agency). L'université a confié cette responsabilité à un consultant qui assure également un enseignement universitaire d'appoint sur le modèle. Il gère l'accès des tiers aux données et au modèle sous des conditions très légères permettant des développements indépendants qui peuvent être mis gratuitement à disposition de tous par DTU.

¹¹ Le modèle norvégien RTM23+ qui date de 2008 est opéré par Prosam, une organisation régionale qui regroupe différentes autorités publiques (Oslo, Akershus, l'AOT Ruter, l'administration des routes, NSB et Jernbaneverket, ...). C'est un modèle à 4 étapes de type logit multinomial assez fin (3000 zones) qui traite tous les déplacements inférieurs à 80 km en autorisant cinq modes, cinq motifs et cinq périodes par jour. Il a été développé sous Emme 4 qui autorise l'affectation TC avec files d'attente dynamiques et congestion dans les véhicules depuis 2004. Les données du modèle sont en principe librement accessibles au public mais les demandes sont rares. Le modèle lui-même est également accessible mais la connaissance technique nécessaire et la nécessité d'avoir une licence Emme 4 pour le faire tourner restreignent naturellement les sollicitations auprès de Prosam.

¹² Pour remplacer le modèle belge IRIS 2 datant de 2004, un nouveau modèle, MUSTI, a été fourni en 2014 à l'administration régionale « Bruxelles-Mobilité » du Ministère de la région de Bruxelles-Capitale par le bureau d'études Stratec qui est aussi chargé de sa maintenance. Le modèle et ses données sont la propriété l'administration régionale qui mène une politique d'ouverture des données et du modèle sur la base de contrats de licence généralement gratuites lui permettant de bénéficier gratuitement des modifications et mises à jour pouvant être apportées au modèle ou à ses données.

Pour contribuer efficacement à la performance de la modélisation des trafics en Île-de-France, une telle gouvernance devrait donc s'exercer dans deux directions :

- d'une part, les données utilisées dans les modèles devraient être mises à la disposition de tous afin de donner lieu à des utilisations alternatives et contradictoires facilitant par là même la détection d'incohérences ou d'insuffisances de ces données ; cela constitue un puissant moyen d'amélioration de la qualité des données ;
- d'autre part, le code des modèles doit être largement accessible et il doit être possible à des utilisateurs extérieurs au système de transports d'utiliser ces modèles, afin éventuellement de proposer des améliorations et des ajouts. Notamment, les chercheurs devraient pouvoir utiliser ces modèles, éventuellement dans le cadre de conventions si certaines données ne pouvaient pas être ouvertes.

Cette analyse converge avec celle du rapport Meunier de juillet 2013¹³ qui proposait de ranimer et d'officialiser un club de modélisateurs qui permettrait des échanges « à froid » entre techniciens (c'est-à-dire en dehors de travaux opérationnels préparatoires à des décisions d'investissement), aussi bien sur les données que sur les modèles. Comme on le verra par la suite, le développement de tels échanges entre les promoteurs des modèles opérationnels en Île-de-France permettrait de progresser dans la validation des modèles mais des mécanismes complémentaires paraissent nécessaires. Ce club devrait être ouvert aux chercheurs.

1. Recommandation 1 : Réactiver et officialiser un « club des modélisateurs » d'Île-de-France rassemblant les spécialistes des principaux organismes utilisant des modèles de trafic pour leur permettre d'échanger sur une base régulière, en dehors des travaux opérationnels, aussi bien sur les données que sur les modèles. Ce club devrait être ouvert aux chercheurs.

¹³ Travaux du sous-groupe « Modèles de trafic » de la Commission « L'évaluation socio-économique des investissements publics » présidée par Emile Quinet, au CGSP, tome 2, Septembre 2013,

5. L'évaluation externe des modèles est une bonne méthode pour améliorer leur crédibilité

Cependant, quelle que soit la transparence qui est faite sur le contenu des modèles, la compréhension de leurs résultats est souvent difficile. L'expérience de projets récents montre que la crédibilité de ces résultats est parfois discutée. En outre un des usages principaux des modèles est de fournir des éléments contribuant à l'évaluation économique des projets en particulier par des calculs de surplus dont les principes et la mise en œuvre doivent être expliqués de façon claire pour être compris par le plus grand nombre. Bien que les modèles constituent un outil d'analyse irremplaçable, leur complexité et celle des résultats et interprétations qui découlent de leur mise en œuvre constituent des facteurs de défiance de la part des décideurs et du public. Cette défiance pourrait être atténuée par la mobilisation de conseils scientifiques indépendants des modélisateurs pour évaluer les performances et limites des modèles utilisés et les modalités selon lesquelles ils doivent être utilisés pour le calcul économique. En effet, malgré les progrès théoriques et pratiques dans ce domaine de la modélisation, il n'y a pas de modèle universel et il n'y en aura probablement jamais.

De telles recommandations avaient déjà été faites dans un cadre plus général par le rapport sur l'évaluation socio-économique des investissements publics du CGSP¹⁴ et la complexité technique et institutionnelle du contexte des transports en Île-de-France en renforce encore la pertinence.

Pour assurer la crédibilité des modèles, une expertise scientifique transparente et indépendante de chacun de ceux qui sont utilisés dans les évaluations de projets devrait systématiquement être menée. L'efficacité d'une telle expertise suppose des investigations approfondies des méthodes et données du modèle expertisé. Ces investigations devraient notamment porter sur les fondements économiques des modèles y compris la description des fonctions de demande qu'ils intègrent et sur la manière dont on en déduit le surplus collectif et ses différentes composantes.

Elle n'est à la portée que d'un petit nombre d'experts internationaux et suppose une pleine coopération des promoteurs du modèle expertisé pour fournir les éléments techniques nécessaires.

Un processus d'expertise de cette nature a été utilisé par Transport for London (TfL), autorité organisatrice du transport pour la Greater London Authority, pour la réalisation de ses cinq « Highway Assignment Models (HAMs) » qui constituent avec RAILPLAN et LTS le système de simulation de trafic d'une large part de la métropole londonienne¹⁵. Ce processus a permis de valider le système aux étapes clés de son développement.

Elle pourrait être complétée de tests systématiques d'inter comparaison des différents modèles en présence sur des jeux de tests construits pour détecter les points faibles des modèles (tests de convergence, analyse du contenu des situations d'équilibre, capacité à fournir des résultats pertinents pour le calcul des surplus économiques,

¹⁴ Rapport Quinet de la Commission « L'évaluation socio-économique des investissements publics » présidée par Emile Quinet tome 1

¹⁵ LTS est le modèle stratégique et multi-modal principal réalisé par MVA pour TfL. Les HAMs sont des modèles d'affectation routière utilisant le logiciel SATURN (Simulation and Assignment of Traffic to Urban Road Networks) développé par l' »Institute for Transport Studies » de l'Université de Leeds et commercialisé par le consultant Atkins. RAILPLAN version 7 est un modèle d'affectation TC utilisant maintenant le logiciel CUBE. Des versions précédentes utilisaient le logiciel Emme.

tests de réactions du modèle à des changements de grande ampleur, du côté de la demande notamment ou de l'offre ...). La comparaison des résultats de différents modèles parfois pratiquée à l'occasion de l'étude de projets réels fournit des indications utiles mais ne constitue pas un substitut à des tests systématiques, en particulier parce que les projets réels ne sont pas en nombre suffisant pour permettre des analyses statistiques des résultats des différents modèles.

L'objectif de ces investigations serait de rendre les modèles plus lisibles, de faire évoluer leur qualité scientifique et d'homogénéiser les types de résultats produits pour faciliter la comparabilité des modèles et la mesure de leur pertinence.

Dans un tel processus, l'expertise initiale de chaque modèle permettrait l'établissement d'une description normalisée des programmes examinés, de leur structure interne (étapes traitées, fonctions d'utilité,...) et des principaux paramètres et valeurs de référence utilisées, ainsi que ses points forts et limites d'utilisation. Ces informations devraient pouvoir être jointes aux études réalisées à l'aide des modèles, dans le dossier technique détaillé, mais aussi dans les documents destinés à un public plus large pour les informations de synthèse.

Le coût de telles expertises est évidemment non négligeable dans l'absolu mais il l'est moins si on le rapporte au coût des opérations dont on examine la rentabilité en Île-de-France. Il s'agit donc d'un problème d'organisation de la conduite des études des projets et du processus de prise de décision auquel il conviendrait d'intégrer l'expertise des modèles.

D'une façon générale, au-delà de la seule question de la qualité des modèles, la mission recommande à l'État de veiller à la mise en place d'un conseil scientifique élargissant le champ d'investigations de celui de la SGP.

Ce dernier comité a fait la preuve de son utilité pour apporter le retour d'expérience de la communauté internationale des experts, analyser la situation existante en Île-de-France et pour proposer des pistes d'améliorations à la modélisation des déplacements dans cette région.

L'État devrait former un tel comité en liaison avec les principales parties prenantes pour éclairer les choix des uns et des autres en matière de modélisation.

En effet, d'une part, l'État ne saurait pas se désintéresser de la modélisation des transports en Île-de-France compte tenu de l'importance qu'y tiendront encore longtemps les transports routiers et du rôle qu'il conservera dans la gestion des réseaux routiers structurants dans cette région. Leur bonne articulation avec le réseau des transports publics devra donc être analysée en particulier par la modélisation.

D'autre part, l'État reste un contributeur financier important des projets de transports collectifs tant par sa participation au titre des "Contrat de projets" ¹⁶ que par celle de ses Etablissements publics. C'est ainsi que dans le contrat de plan État-région Île-de-France signé le 16 février dernier pour la période 2015-2020, l'État contribue pour environ 1,9 Mds€ au volet mobilité qui concrétise le respect des engagements de la Région et de l'État en faveur du développement et de l'amélioration des transports du quotidien et qui représente environ 5,3 Mds€ soit près de 75 % des engagements financiers de ce contrat.

¹⁶ Ces contrats reprennent la dénomination de « contrats de plan État-région » pour la période 2015-2020.

2. Recommandation 2 : En liaison avec les autres parties prenantes au financement des projets de transports en Île-de-France, l'État devrait promouvoir l'établissement d'un comité scientifique faisant une large place à des experts internationaux sur le modèle de celui de la SGP pour éclairer les choix en matière de modélisation. En plus des recommandations et avis sur les choix en matière de modélisation, un tel comité devrait pouvoir diligenter les tests systématiques de validation des modèles utilisés afin d'améliorer la confiance des décideurs et du public dans les résultats obtenus.

Il convient de souligner qu'un tel comité scientifique aurait un rôle de « contrôle externe » au système et ne réduirait pas l'intérêt de conserver et développer les contacts informels ou formels qui peuvent s'établir en Île-de-France entre les spécialistes des différents organismes gérant des modèles de trafic. De tels contacts peuvent prendre la forme d'un « club des utilisateurs de modèles » déjà évoqué rassemblant les acteurs concernés sur la Région. Mais une structure de cette nature regroupant des personnes directement impliquées dans la modélisation est plutôt adaptée pour jouer un rôle de « contrôle interne » au système existant. Le conseil scientifique, en tant que contrôle externe, devrait voir inclure dans ses missions le suivi du club des modélisateurs.

6. La gouvernance des données est un moyen d'améliorer la crédibilité des modèles

Des modèles plus sophistiqués requièrent des volumes plus importants de données en particulier lorsqu'il s'agit d'adopter une modélisation dynamique des trafics.

Le rapport Duchâteau et Gaudry (2014) met en avant trois éléments permettant d'attribuer le qualificatif de « dynamique », lors de modifications des conditions de transport :

- (i) la déformation du profil temporel de la matrice Origine-Destination (O-D), déformation largement imputable aux modifications du déshorage¹⁷ ;
- (ii) le calcul des temps de l'affectation O-D de i à j compatibles avec les exigences de niveaux de service variables entre les sous-périodes et lieux traversés. A titre d'exemple, si l'affectation est faite par tranche de 15 minutes, il faut évidemment que les temps totaux de tous les déplacements résultent bien des temps calculés pour les tranches spatio-temporelles pertinentes des itinéraires ;
- (iii) la détermination des temps par segment routier (tronçon) à partir d'une analyse très fine du comportement des véhicules sur chacune des voies.

Compte tenu de la complexité, et de la forte hétérogénéité, des modèles dynamiques, il est très difficile d'avoir une vision complète de l'ensemble des données qui seront nécessaires pour pouvoir modéliser les trafics¹⁸. On se contentera ici de mettre en lumière le très important besoin supplémentaire de données, lorsque l'on souhaite passer d'une modélisation statique à une modélisation dynamique. Les principales différences entre ces deux types de modélisation, dans le cas du trafic routier, sont décrites dans le Tableau1 ci-dessous.

¹⁷ Comme le définit le Rapport Quinet du CGSP de 2013, (Tome 2, page 23,) le concept de déshorage correspond à un ajustement des choix d'horaires des individus dont l'objectif est d'éviter de l'inconfort (par exemple en période de pointe dans les transports en commun), d'éviter un retard, voire d'éviter une arrivée en avance. En pratique, l'existence du phénomène de déshorage explique notamment l'étalement des pointes de trafic : si l'on n'observe pas autant de congestion, c'est que certains individus s'adaptent en partant un peu plus tôt ou un peu plus tard, mais ce choix a pour eux un coût dont la modélisation doit tenir compte.

¹⁸ Pour des informations plus détaillées et complètes sur les données utilisées par les modèles dynamiques, le lecteur pourra consulter le manuel d'INRO, « Dymameq User's Manual, Version 3.0, Janvier 2014..

Tableau 1. Principaux types de données nécessaires pour les modélisations statique et dynamique des trafics routiers

Composantes	Modèle statique	Modèle dynamique
Données sur le réseau lui-même	Topologie du réseau (zones, liens, nœuds, connecteurs, etc.)	Topologie du réseau (zones, liens, nœuds, connecteurs, etc.)
		Evolutions de la topologie du réseau (<i>restrictions de stationnement, voies réservées, etc.</i>)
Données sur les liens	Voies, capacité, vitesse autorisée, code des fonctions volume-retard, etc.	Voies, capacité, vitesse autorisée
Données sur les nœuds	Type de commande (si nécessaire pour les fonctions volume-retard)	Type de commande
		Signalisation des intersections
		Priorité mise pour les intersections sans signalisation
Données sur les profils routiers	Interdictions (ou pénalités)	Interdictions (ou pénalités), voies, capacité, etc.
Données de demande	Horaires des trafics, par OD, et par type de véhicule	Modifications des horaires des trafics, par OD, et par type de véhicule
	Desserte en TC, itinéraires, arrêts, temps de parcours, etc.	Desserte en TC, itinéraires, volumes, arrêts, temps de parcours, horaire de départ, etc.
		Caractéristiques fines du véhicule, ainsi que du conducteur et des passagers
Données empiriques	Comptages routiers par OD	Comptages routiers par tranche spatio-temporelle (15min-1h)

Source : *Ido Juran, INRO, le 13 février 2015.*

Il faut tout de même noter que certaines des différences indiquées dans ce tableau dépendent en partie de l'approche algorithmique qui est utilisée pour déterminer les temps de parcours par segment routier, car la fréquence des observations nécessaires, par exemple sur le nombre de comptages, dépend en partie de l'algorithme utilisé.

La DRIEA produit déjà un volume très important de données qu'elle met largement à la disposition des acteurs du transport en Île-de-France et de fournisseurs de services d'information (Tom Tom, ...). Elle continuera à se trouver en situation de rassembler les données nécessaires à l'alimentation de modèles routiers dynamiques en s'appuyant notamment sur la DIRIF et en développant les synergies avec le SCEP. La mission observe que la DRIEA produit les tracés et gabarits routiers, mais achète à des opérateurs tels que Navteq l'information sur les vitesses maximales autorisées, les mouvements tournants, la typologie de carrefours et les restrictions éventuelles de circulation. La mission a suggéré que la DRIEA se rapproche de la direction des programmes civils de l'IGN qui pourrait reprendre son travail passé de recensement des vitesses maximales, par exemple en contractualisant avec les communes pour

qu'elles lui transmettent de manière automatisée les arrêtés concernant ces vitesses. Le référentiel à grande échelle (RGE®) de l'IGN pourrait également être mis à profit pour les tracés et gabarits routiers.

3. Recommandation 3 : La DRIEA devrait se rapprocher de l'IGN pour redéfinir les synergies à mobiliser au sein de l'État et de ses établissements publics pour la production des données relatives au réseau routier francilien.

Les opérateurs de transports collectifs ont l'obligation de fournir à l'AOT (STIF) des données décrivant les trafics sur les réseaux qu'ils exploitent. Le STIF peut les utiliser pour son propre usage d'AOT mais n'a souvent pas la possibilité de les diffuser plus largement du fait des réticences des opérateurs.

Il faut noter l'existence de l'Observatoire de la mobilité en Île-de-France (OMNIL) qui a été créé par une décision du conseil du STIF à la fin de l'année 2007. Cet observatoire rassemble depuis 2009 des acteurs fournisseurs de données et d'expertises sur la mobilité en Île-de-France. Il traite des déplacements de personnes et de marchandises en Île-de-France, quel que soit le mode de transport utilisé.

Cet observatoire a pour objectifs :

- d'assurer un suivi régulier de la mobilité des personnes et des marchandises en Île-de-France ;
- d'améliorer l'analyse et la connaissance de la mobilité ainsi que son évolution ;
- de favoriser la circulation de l'information.

Il joue un rôle éminent dans les enquêtes de transports comme l'Enquête Globale Transport, réalisée sur la période 2009-2011¹⁹ et dans la publication de chiffres de référence et d'analyses sur la mobilité.

Toutefois, quel que soit le mode d'organisation retenu à l'avenir pour le développement des futurs modèles de simulation des trafics intégrant des algorithmes plus complexes tels que ceux nécessaires à une modélisation dynamique, les acteurs du système resteront confrontés à un besoin de données fiables et en plus grand nombre de nature nouvelle. Le partage de la collecte de ces données et la mise au point de conditions efficaces de diffusion aux modélisateurs nécessiteront de nouvelles modalités de coopération entre les acteurs.

Une gouvernance globale des données devrait donc être mise en place en complément de la gouvernance globale des modèles préconisée au point 5. Il ne suffit pas de décrire une éventuelle ouverture des données : il faut la rendre possible.

Or, l'ouverture des données se heurte à trois difficultés potentielles :

- le secret commercial ;
- le secret statistique qui recouvre le secret commercial ainsi que la protection des données individuelles ;
- la crainte d'une perte de pouvoir par un acteur détenant ces données.

¹⁹ Voir note en bas de page n°5

Ces difficultés sont spécifiques aux données considérées et au degré de détail retenu. Ainsi, il est fréquent que les données de base récoltées sur le terrain soient concernées par le secret commercial et/ou la protection des données individuelles, mais que les données retraitées pour servir d'intrants dans les modèles ne le soient pas.

Deux catégories d'entités savent surmonter de manière crédible ces différentes difficultés : les autorités de régulation sectorielles ou générales et le système statistique public. Or les missions des autorités de régulation ne comportent que peu ou pas d'aspects relatifs au traitement d'informations destinées à une diffusion à un public plus ou moins large. Les informations qu'elles collectent, sur la base de pouvoirs d'investigation souvent étendus, sont essentiellement destinées à permettre l'accomplissement de leurs missions de régulation et de règlement de différends. C'est pourquoi, l'option du recours au système statistique public semble devoir être privilégiée. Une solution pourrait consister à affecter une équipe de statisticiens Insee au SOeS sur des ETP mis à disposition par la DRIEA. Une telle solution ne constituerait pas une novation administrative dans la mesure où les deux services comportent déjà en leur sein de agents de l'Insee.

4. Recommandation 4 : Au-delà du travail fait par l'OMNIL, mettre en place une gouvernance des données utiles à la modélisation en s'inspirant de pratiques étrangères (par exemple Copenhague ou Bruxelles) et y impliquer le système statistique public et le comité scientifique à créer.

7. La mise en œuvre de modélisations plus sophistiquées nécessiterait des moyens importants et la mobilisation de données plus nombreuses et plus largement partagées entre les acteurs

La pertinence des préconisations formulées par les experts mobilisés par la SGP admise par les principaux détenteurs de logiciels de prévision de trafics en Île-de-France, la DRIEA et le STIF même si des différences peuvent apparaître dans la priorisation des améliorations à apporter.

Ainsi, la DRIEA s'interroge sur la pertinence de certaines améliorations préconisées par les experts pour l'établissement d'un modèle régional (contraintes détaillées de stationnement, covoiturage, parcs-relais, plans de feux urbains, ...). Cette interrogation, légitime, renvoie à des questions évoquées au point 4 sur les objectifs assignés aux modèles : dimensionnement des infrastructures et des parcs de matériel roulant pour les projets de transports guidés, évaluation socio économique des projets, analyse de leurs effets potentiels élargie aux effets sur l'aménagement et l'urbanisme via l'accessibilité au-delà des seuls aspects transports. Lors des entretiens menés par la mission, les réponses de tous les acteurs à ces questions restent largement implicites. Or, au-delà du respect formel des instructions ministérielles relatives à l'évaluation des projets de transport qui ne s'appliquent pleinement qu'aux projets de l'État, c'est bien la place des résultats de modélisation dans le processus de décision qu'il faudrait clarifier pour décider rationnellement du degré souhaitable de sophistication des modèles de simulation à développer au-delà des modèles existants ou en passe d'être opérationnels en 2015.

La DRIEA met également en avant le coût élevé des améliorations préconisées par les experts et a cherché à établir un ordre de priorité entre les différentes préconisations. Cet ordre de priorité apparaît largement contingent aux moyens dont dispose la DRIEA et ne fait apparaître qu'implicitement les objectifs de modélisation.

5. Recommandation 5 : La mission recommande que les promoteurs de modèles, au premier rang desquels figure la DRIEA, expriment de façon claire les objectifs poursuivis par les modèles qu'ils développent. Cette stratégie d'utilisation de la modélisation serait un des éléments de l'appréciation de la pertinence des modèles par le comité scientifique préconisé précédemment.

Pour sa part, le STIF, a déjà prévu d'intégrer une partie des préconisations formulées dans la mise à jour de son modèle qui prendra le nom d'ANTONIN 3. Cet organisme exprime toutefois son scepticisme sur deux points importants. En premier lieu, il pense illusoire d'intégrer la régularité dans les transports collectifs dans sa modélisation du fait de l'impossibilité d'anticiper le niveau de régularité atteignable par les opérateurs. En second lieu, il estime que l'objectif principal d'ANTONIN 3 est de faire des études stratégiques à l'échelle de la région et que la localisation est avant tout destinée à analyser les projets de transports collectifs ce qui rendrait peu utile une modélisation dynamique du trafic routier. Ces objections peuvent être comprises si elles s'appliquent au court terme, pour quelques années, compte tenu des options déjà prises pour ANTONIN 3.

Elles ont moins de fondement si on doit analyser le développement des projets de transport collectifs et leurs effets sur une longue période, ce qui est le cas pour l'Île-de-France. Dans cette situation, il faudra continuer à faire des études de plus en plus détaillées intégrant l'ensemble des paramètres de mobilité. Avec cette perspective, il faut s'interroger sur l'établissement d'un modèle très performant, au niveau de ce qui s'est fait dans de grandes métropoles étrangères comme Londres ou Bruxelles, à une échéance d'environ cinq ans ce qui représente à peu près le délai d'établissement d'un tel modèle.

Le Conseil scientifique de la SGP²⁰ a souligné qu'en Île-de-France, comme c'est déjà le cas dans d'autres agglomérations, il fallait assurer avec plus de précision la modélisation de la congestion, tant sur la route que sur les transports en commun et que la modélisation devait être dynamique, d'une part pour endogénérer le choix de l'heure de départ des voyageurs à une échelle macroscopique et d'autre part pour reproduire le comportement des automobilistes à une échelle microscopique en présence de mesures de régulation de trafic telles que la mise en place de voies réservées.

En tout état de cause, il existe un large consensus d'experts sur le fait que la modélisation routière dynamique permet de surmonter les insuffisances reconnues des modèles statiques en particulier par l'endogénéisation de la congestion. Dans le domaine des transports collectifs, de premiers pas en direction d'une meilleure prise en compte de la congestion seront intégrés dans le modèle GLOBAL 9 de la RATP et le LVMT est en train de développer des algorithmes qui ont notamment vocation à être intégrés dans ANTONIN 3.

La DRIEA continuera à jouer un rôle important dans la gestion des réseaux routiers structurants de la région Île-de-France. Elle ne peut donc pas être à l'écart de la mise en place d'une modélisation sophistiquée des trafics à la fois du fait de la connaissance fine des réseaux et des trafics réels dont dispose et continuera de disposer la DIRIF grâce à l'exploitation du système SIRIUS²¹ et de l'expérience de la maintenance, du développement et de l'exploitation de modèles de simulation multimodaux acquise par le SCEP avec les différentes versions de MODUS.

6. Recommandation 6 : Compte tenu des potentialités reconnues des modèles de trafic dynamiques et de la prise en compte des phénomènes de congestion dont la mise au point pourrait prendre plusieurs années, la DRIEA devrait engager la préfiguration d'un tel modèle pour être en mesure de décider d'ici un an de l'étendue de la « dynamisation » du modèle futur des services de l'État. Dès à présent cela devrait la conduire à renforcer la synergie entre le SCEP et la DIRIF qui ont des connaissances complémentaires dans le domaine de la dynamique des trafics.

La réalisation d'un modèle de trafic routier dynamique tout comme celle d'un modèle de trafic TC intégrant les phénomènes de congestion présente des difficultés techniques qui peuvent maintenant être surmontées par la mobilisation d'experts

²⁰ Avis du 4 décembre 2014

²¹ Le Système d'information pour un Réseau Intelligible aux USagers (SIRIUS) est un système de gestion de la circulation routière en Île-de-France qui modélise le réseau autoroutier régional en traitant avec un pas de temps réduit les informations captées par 6 000 boucles électromagnétiques de détection du trafic placées sur 450 km de voies rapides et celles échangées avec les systèmes de la Ville de Paris et des sociétés d'autoroutes.

universitaires et de prestataires spécialisés. Pour s'engager dans cette voie, la DRIEA trouverait avantage à s'appuyer plus fortement sur des organismes techniques et de recherche dépendant du MEDDE, en particulier l'IFFSTAR, dont le laboratoire Ville Mobilité Transport (LVMT) dispose de compétences et d'un réseau scientifique particulièrement adaptés à la résolution de ce type de problèmes, et le CEREMA dont la Direction Technique Territoire et Ville a repris les activités du CERTU. Le LVMT est déjà associé pour une durée de 10 ans (2010-2020) au STIF qui inspire la problématique et apporte un soutien financier à la Chaire « Socio-économie et modélisation des transports collectifs de voyageurs en milieu urbain » ce qui ne fait pas obstacle à ce que l'IFFSTAR fournit un appui scientifique aux services de l'État dans ces domaines. Il faut en particulier profiter des investigations qu'ont engagées ces organismes de recherche sur les potentialités des nouvelles méthodes de recueil de données de déplacement utilisant la téléphonie mobile et ses GPS.

7. Recommandation 7 : La technicité plus élevée des modèles de trafic sophistiqués et les potentialités des nouvelles méthodes de recueil de données de déplacements doivent conduire la DRIEA à renforcer les synergies avec les organismes techniques et de recherche dépendant du MEDDE ce qui suppose de disposer de personnels d'un haut degré d'expertise pouvant s'y investir dans la durée.

8. L'intérêt d'une mutualisation de certains développements des modèles de trafic en Île-de-France devrait être examiné à l'instar de ce qui se passe dans de grandes métropoles de province régionales (Lyon, Toulouse, par exemple)

Le développement de modèles simulant l'évolution des trafics en Île-de-France sous différentes hypothèses et à différentes échelles est une action utile mais coûteuse.

Il faut aussi tenir compte du besoin massif de données détaillées pour alimenter les nouveaux algorithmes. Ces données peuvent être collectées par des enquêtes recommandées par les experts du conseil scientifique de la SGP mais les coûts de ces enquêtes²², comme ceux de la mise au point des nouveaux algorithmes militent pour une large mutualisation des coûts et des résultats des travaux à mener.

Il semble donc utile d'étudier le degré de mutualisation envisageable entre une large pluralité d'acteurs, notamment pour partager les coûts, en tenant compte de ce que chaque acteur (État, STIF, opérateurs) a évidemment besoin d'avoir la maîtrise des outils nécessaires à l'accomplissement de ses missions statutaires.

Certains acteurs mettent en avant l'intérêt de l'utilisation comparative de modèles de prévision de trafics par plusieurs acteurs pour conforter et fiabiliser l'analyse des résultats. Ils font valoir que le recours à un modèle francilien unique « mettrait sans doute les décideurs publics beaucoup plus en risque que la confrontation actuelle de plusieurs modèles qui s'éclairent mutuellement sur l'interprétation de leurs résultats. »

Il est exact qu'en l'absence d'une validation scientifique externe des méthodes de modélisation et des données utilisées, la confrontation des résultats de plusieurs modèles exploités en parallèle peut fournir une forme de sécurisation des résultats obtenus. Cet avantage est nettement amoindri dès lors que, comme il est recommandé au point 3, un conseil scientifique disposant des moyens d'investigations appropriés procède à une validation externe des méthodes et données utilisées. En outre l'utilisation parallèle de modèles de trafic indépendants et différents entraîne la nécessité de reprendre complètement les comparaisons sur chaque projet car les organismes utilisateurs n'ont pas de raison de coordonner ex ante l'évolution des versions des modèles qu'ils utilisent et les jeux de données qu'ils leur appliquent. Il en résulte des coûts collectifs nécessairement plus élevés et une intercomparaison à faible effet d'apprentissage.

Par ailleurs, il est possible d'envisager une mutualisation partielle des modèles, chaque acteur pouvant développer des applications spécifiques à ses missions statutaires autour d'un noyau commun. Les temps routiers sont un bon exemple de besoin partagé par une pluralité d'acteurs. Si un partenariat était organisé autour du développement d'un modèle routier dynamique, la RATP pourrait envisager de s'y impliquer sous réserve que les modalités techniques et institutionnelles liées à une telle mutualisation répondent à ses besoins et à ses obligations.

On observe que pour les temps routiers, la SNCF Transilien s'appuie aujourd'hui sur le modèle de réseau MODUS V2, et a réalisé un recalage des temps de parcours à l'aide de données TomTom et de comptages de la DIRIF. SNCF Transilien souhaite pouvoir accéder à un futur modèle de réseau routier de l'Île-de-France afin de permettre le bon fonctionnement de son modèle multimodal ARES. Le STIF considère pouvoir être

²² Voir la note de bas de page n°5

autonome y compris sur les aspects routiers mais dans une configuration de modèle de type classique, sans prise en compte des phénomènes de congestion et de report temporel des trafics. Le développement d'un modèle routier dynamique pourrait conduire à réévaluer cette position.

Dans le domaine des transports collectifs on observe des évolutions dans la segmentation de la demande d'une version de modèle à la suivante. Tel est le cas dans le passage d'ANTONIN 2 à ANTONIN 3 pour des raisons tout à fait pertinentes. Par ailleurs, il peut être utile d'analyser les interactions de l'Île-de-France avec d'autres régions limitrophes tant en transport collectif qu'en transport individuel ce que fait par exemple la SNCF notamment avec les trafics des gares. Ces questions appellent une mutualisation plus poussée des données et de certains modules de traitement pour faciliter la comparaison des résultats des différents modèles.

encadré : L'exemple Lyonnais et l'exemple Toulousain

A/ Le modèle de circulation de l'agglomération lyonnaise, actuellement utilisé par l'État, le Conseil Général et le Grand Lyon date de 1997 et n'est plus assez précis pour décrire les situations complexes qui vont se produire dans l'agglomération. Un travail partenarial est donc engagé dans l'agglomération lyonnaise pour le remplacer par un modèle multimodal moderne permettant de mieux de comprendre les interactions entre modes de transport sur ce territoire.

Chaque partenaire potentiel d'un tel outil doit voir sa contribution et ses intérêts reconnus par les autres partenaires. A cet effet, une convention de partenariat d'une durée de dix ans pour l'élaboration et le fonctionnement d'un modèle commun d'analyse multimodale des déplacements sur l'aire métropolitaine lyonnaise a été signée entre les différents partenaires concernés (l'État, la région Rhône-Alpes, le département du Rhône, la communauté urbaine de Lyon, le syndicat mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise).

Le coût de l'opération sur les cinq premières années a été estimé à 1 120 000 € HT (aux conditions économiques de janvier 2012). Cette prévision de coût couvre l'élaboration, l'assistance à maîtrise d'ouvrage, la maintenance, les mises à jour et l'hébergement du modèle. Les partenaires se sont répartis le financement de la façon suivante :

- * État : 20%,
- * Région Rhône-Alpes : 20%,
- * Département du Rhône : 20%,
- * Grand Lyon : 30%,
- * SYTRAL : 10%.

B/ L'agglomération de Toulouse s'est dotée à partir de 1996 d'un Système de Gestion Globale des Déplacements (SGGD) résultant d'une démarche de concertation associant les collectivités territoriales et les principaux exploitants de voirie et de réseaux de transports collectifs agissant sur son territoire.

Le SGGD a pour objet d'améliorer la gestion de la mobilité à l'échelle de l'aire métropolitaine en permettant l'harmonisation des politiques des différents acteurs. Pour cela, quatre outils complémentaires ont été développés :

- un observatoire des déplacements ;
- une centrale d'information multimodale ;
- un outil de régulation du trafic routier appelé « Campus Trafic » ;
- un modèle de déplacements multimodal.

Le modèle de déplacements de l'aire urbaine de Toulouse est donc un modèle partenarial qui est la propriété commune des membres du SGGD.

Dans le cadre d'une nouvelle convention SGGD couvrant la période 2010-2017, l'opération de renouvellement de l'outil de modélisation est réalisée sous co-maîtrise d'ouvrage de l'Etat et de Tisséo-SMTC pour un coût global estimé à 440 000 € HT en juin 2013. Le projet fait l'objet d'une maîtrise d'ouvrage déléguée à Tisséo-SMTC et bénéficie de l'assistance technique du CEREMA (Direction Territoriale sud-ouest) et de l'agence d'urbanisme et d'aménagement de Toulouse pour l'aire urbaine.

Les partenaires de la convention SGGD sont également convenus d'affecter 170 000 € HT à la gestion du modèle sur la période 2010-2017 en plus du financement du renouvellement du modèle mentionné précédemment.

La définition détaillée d'un périmètre de possible mutualisation n'a pas paru entrer dans le mandat de la mission mais celle-ci considère que les différents acteurs d'Île-de-France devraient se livrer à un tel exercice dans la perspective du développement des modèles à mettre en place vers 2020. La mission a toutefois rapidement analysé deux exemples français de développements partenariaux de modèles intermodaux de simulation de trafics, Toulouse et Lyon qui l'ont convaincue que des avantages collectifs peuvent être trouvés dans ce type de partenariat.

8. Recommandation 8 : La mission recommande que l'État étudie le degré de mutualisation envisageable entre une large pluralité d'acteurs, notamment pour partager les coûts, en tenant compte de ce que chaque acteur (DRIEA, STIF, opérateurs) a évidemment besoin d'avoir la maîtrise des outils nécessaires à l'accomplissement de ses missions statutaires.

Dans la situation institutionnelle particulière de l'Île-de-France, il peut également être utile de donner un cadre plus formel au rassemblement des données et au développement d'un éventuel modèle de trafic au moins pour sa partie routière et de procéder en partenariat entre tout ou partie des grands acteurs de la mobilité dans la région. La mission a brièvement examiné l'hypothèse de la localisation d'un tel développement au sein d'un groupement d'intérêt public (GIP). En France, le GIP est une personne morale de droit public dotée d'une structure de fonctionnement légère et de règles de gestion souples. Il peut être constitué entre différents partenaires publics ou entre au moins un partenaire public et un ou plusieurs organismes privés. Il doit avoir un objectif bien déterminé s'inscrivant dans une mission d'intérêt général à but non lucratif. Le développement de modèles de trafic destinés à éclairer la prise de décision par des administrations publiques semble pouvoir entrer dans ce cadre. Par principe, un GIP met en commun un ensemble de moyens fournis par les partenaires réunis dans le groupement. Il peut être créé pour une durée déterminée, avec

possibilité de prorogation, ou pour une durée illimitée, avec possibilité de dissolution anticipée. Les règles générales applicables aux groupements d'intérêt public sont fixées au chapitre II de la loi n° 2011-525 du 17 mai 2011 de simplification et d'amélioration de la qualité du droit²³.

9. Recommandation 9 : La mission recommande d'étudier simultanément les avantages et les inconvénients de recourir à une structure de groupement d'intérêt public (GIP) pour gérer la mise au point et la maintenance d'un modèle partenarial de simulation de trafic au moins pour sa partie routière, ainsi que la gestion des données nécessaires aux modèles.

²³ Publiée au JORF n°0115 du 18 mai 2011. Le décret n° 2012-91 du 26 janvier 2012 précise les modalités d'application de ce nouveau régime.

9. Il faut approfondir l'examen de l'intérêt de l'utilisation de modèles LUTI dans le cas francilien

Compte tenu de la densité déjà forte des réseaux de transport dans une large fraction de l'Île-de-France, la réalisation de nouvelles infrastructures, surtout si elles entraînent la disponibilité d'importantes capacités de transport additionnelles, aura des effets au-delà des gains de temps et de confort généralement pris en compte dans l'évaluation des projets. L'ensemble des grands projets de transports collectifs qui vont être réalisés dans les vingt ans à venir dans cette région vont très certainement entraîner des modifications structurelles dans la répartition des activités et des habitants. Ces modifications vont, à leur tour, avoir des impacts sur les déplacements.

Selon le comité scientifique de la SGP, les premières études ont montré la nécessité d'apprécier les mouvements spatiaux qui se produiront à la suite de la réalisation des éléments du projet du Grand Paris Express. Le Comité est ainsi d'avis que pour un projet de cette envergure, il est indispensable de recourir à des modèles dits LUTI (acronyme de « Land Use Transport Interaction ») qui permettent à la fois de mieux apprécier ce qu'on appelle couramment le trafic induit, que les modèles traditionnels ne décrivent pas ou décrivent mal et les effets économiques en termes de répartition spatiale des activités et des habitants de l'Île-de-France. Les modèles traditionnels ne sont, en effet, bien adaptés qu'à l'étude de projets n'induisant que des effets marginaux. Ils sont beaucoup plus imprécis pour l'analyse des conséquences socio-économiques des projets structurants. Pour une telle analyse, il faut endogéniser les effets de structure, ce que permettent les modèles LUTI qui peuvent d'une part, permettre une meilleure détermination du surplus global dégagé par un ensemble structurant de projets et, d'autre part, fournir une meilleure compréhension de la répartition spatiale de ce surplus.

Malgré les efforts déployés notamment dans le cadre du PREDIT, de tels modèles ne sont pas encore couramment utilisés en France. On peut toutefois mentionner le modèle SIMBAD dont une première version a été développée en partenariat avec l'Agence d'Urbanisme de Lyon, dans le cadre du PREDIT 3 grâce au financement de l'administration (DRAST devenue entre-temps DRI) et de l'ADEME. Cette version est mise en œuvre sur l'aire urbaine de Lyon pour l'analyse de scénarios à l'horizon 2025. On peut également citer le modèle MOBISIM développé à Besançon par le Laboratoire ThéMA de l'Université de Franche-Comté.

Le CEREMA (Direction Technique Territoires et Ville) a réalisé en 2013 une description synthétique des modèles LUTI²⁴ potentiellement utilisables en France. Il s'agissait des modèles CUBE LAND, MARS, MOBISIM, SIMAURIF, SIMBAD et TRANUS.

On peut également relever qu'en plus des modèles de trafic mentionnés au point 6, TfL a fait développer le « The London Land-Use and Transport Interaction Model (LonLUTI) » qui simule l'usage du sol par les activités humaines en fonction des politiques publiques et des investissements de transports envisagés.

²⁴ Accessibles par le lien :<http://www.territoires-villes.cerema.fr/modeles-transports-urbanisme-fiches-de-syntheses-a872.html>

Or, bien que les enjeux de l'Île-de-France soient très importants, pendant longtemps, il n'y a pas eu de développements significatifs dans le domaine de l'utilisation des modèles LUTI. Il y a quelques années, des travaux exploratoires ont été menés par l'IAU Île-de-France dans le cadre du PREDIT 4 mais ils n'ont semble-t-il pas dépassé le stade de la définition des spécifications fonctionnelles de ce que pourrait être un modèle LUTI en Île-de-France.

Toutefois, la SGP s'est engagée dans cette voie avec la mise en œuvre simultanée de trois modèles, améliorés en parallèle, qui a permis de faire progresser l'architecture de ces modèles, et de constater la convergence raisonnable de leurs résultats en vue d'apprécier la relocalisation de la croissance des emplois et de la population et les effets de la densification induits par la réalisation du Grand Paris Express.

En 2011, la SGP a lancé un premier appel d'offres qui a sélectionné un modèle de simulation dynamique, le modèle Urban Sim, qui avait déjà été testé quelques années auparavant sur la région Île-de-France par le STP et deux modèles d'équilibre général, la modèle Relu Trans du professeur A. Anas et le modèle Pirandello, ce dernier ayant également déjà été testé sur la région. Les calculs des modèles sont effectués à des échelles assez fines, communales pour Urban Sim et Pirandello et en 50 zones pour Relu Trans.

L'analyse et la comparaison des premiers résultats ont mis en évidence le degré inégal de maturité des modèles testés. En effet les modèles d'équilibre général ont tendance à surestimer la flexibilité de la localisation des activités et des résidents, alors que le modèle de simulation intègre mieux les inerties propres aux comportements des agents économiques en Europe par comparaison avec les marchés immobiliers américains. Un travail d'appréciation et de correction des biais intrinsèques des trois modèles a été mené pendant deux ans sous la supervision du président et du rapporteur général du conseil scientifique de la SGP.

La SGP considère qu'aujourd'hui les modèles convergent bien pour apprécier la donnée centrale des évaluations socio-économiques de ses projets, c'est-à-dire la densification de la croissance de l'emploi. Au cours de l'année 2015 un travail d'analyse va porter également sur la comparaison approfondie des modèles de trafic intégrés aux modèles LUTI utilisés. La poursuite du travail de comparaison des modèles LUTI dans leur ensemble doit permettre de renforcer la robustesse de la prévision par zones, car actuellement les résultats des modèles par zones sont encore assez différents et difficiles à analyser.

L'expérience de la SGP montre bien que les potentialités des modèles LUTI pour évaluer un programme de grande ampleur entraîne des changements structurels dans le territoire desservi. Il faut observer que ce type de modèle demande quelques années de mise au point pour fournir des résultats utilisables pour la décision publique. Ce n'est donc qu'à une échéance de quelques années que la région Île-de-France pourrait disposer d'un instrument opérationnel à des échelles relativement fines comportant une cinquantaine de zones. La SGP a aussi lancé en 2014 la transposition à la France d'un modèle à 300 zones existant en Angleterre dans le but de documenter les effets sur les autres régions de la réalisation du Grand Paris Express.

Les experts mandatés par la SGP ont constaté que pour obtenir une exploitation fiable des modèles LUTI appliqués à l'Île-de-France, des travaux devaient être poursuivis pour permettre ultérieurement d'affiner les calculs de surplus globaux et localisés. Le conseil économique de la SGP a fait savoir qu'il considérait comme primordial que ces travaux soient poussés activement pour contribuer à l'évaluation du projet du GPE en tenant compte de ses effets spatiaux à des niveaux de plus en plus fins.

La mission partage ce point de vue mais elle constate qu'un certain nombre de dispositions techniques doivent être prises pour assurer la représentativité des modèles LUTI et leur articulation avec les modèles de trafic à développer.

Les discussions avec les experts de ces modèles montrent que les zonages adoptés pour la modélisation des trafics et ceux adoptés pour la modélisation de l'usage des sols doivent respecter des conditions de compatibilité. Concrètement, les zonages utilisés pour les modèles de trafics doivent d'une part être compatibles avec les zonages des EGT pour faciliter le calage de ces modèles et d'autre part pouvoir être agrégés pour retrouver les zonages des modèles de l'usage des sols sans recourir à des retraitements introduisant des biais difficilement contrôlables.

Les zones des modèles d'usage des sols doivent ainsi être au moins à l'échelle des communes en tant qu'unité de calcul, en particulier pour pouvoir intégrer les réglementations de l'usage des sols à cette échelle. Par ailleurs l'intégration entre les modèles de transport et les modèles d'usage des sols doit au moins passer par des bases de données permettant des transferts automatiques à la finesse pertinente entre les programmes, afin que les différentes itérations ne nécessitent qu'un minimum voire pas du tout d'intervention humaine.

10. Recommandation 10 : La mission recommande que les évolutions à venir des modèles de trafic pilotés par l'État intègrent la facilitation de l'articulation de ces modèles avec des modèles LUTI (zonages cohérents des modèles de déplacement et modèles d'occupation du sol, structure des bases de données de résultats, branchement des itérations nécessaires entre les différents modèles, ...). Elle recommande que soient poursuivis les travaux permettant une exploitation fiable des résultats de ces modèles pour l'évaluation des surplus engendrés par les projets de transport.

Conclusion

L'évolution des modèles de trafic, outils d'analyse du long terme, doit elle aussi être pensée sur le long terme

En effet, pour traiter le cas de la Région Île-de-France, il existe actuellement un ensemble de modèles de simulation des déplacements, dont chacun a un domaine de pertinence spécifique, répondant aux besoins de leurs promoteurs qui sont principalement le STIF, l'État (DRIEA) et les principaux opérateurs de transports collectifs (RATP, SNCF-Transilien).

Ces modèles opérationnels sont développés, exploités et améliorés de façon parallèle par chaque promoteur de modèle. La mission a pu constater que des améliorations parfois substantielles de ces modèles opérationnels sont en cours de réalisation ou programmées à bref délai.

Certains éléments importants comme l'EGT ou les données routières de la DRIEA sont relativement partagés entre les acteurs publics. La structure et les fondements économiques des modèles eux-mêmes, leurs zonages et leurs segmentations de la demande sont en revanche largement indépendants. L'argument de l'intérêt présenté par l'existence d'une diversité de points de vue qui a pu être justifié à certaines époques est nettement moins pertinent aujourd'hui compte tenu de l'existence d'une communauté scientifique très active à l'échelle mondiale et de voies de progrès bien balisées dans l'amélioration de la représentativité et de la précision des modèles.

Chaque modèle nécessite des moyens financiers et humains importants pour le développement, la maintenance et l'utilisation opérationnelle. C'est tout particulièrement le cas pour les personnels qui sont affectés aux travaux de modélisation dans les différents organismes. La compétence nécessaire à ces travaux exige que les équipes rassemblées autour des modèles aient une certaine spécialisation et une bonne stabilité dans le temps.

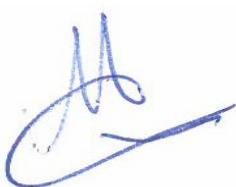
En revanche, l'argument selon lequel chaque acteur (DRIEA, STIF, opérateurs) a besoin d'avoir la maîtrise des outils nécessaires à l'accomplissement de ses missions statutaires est parfaitement pertinent même si des exemples étrangers montrent que cette maîtrise ne passe pas nécessairement par l'existence d'équipes spécialisées internes à ces acteurs, mais pourrait aussi être obtenue par le recours à une sous traitance correctement pilotée.

Par ailleurs, la mission a pris note du diagnostic du Conseil scientifique de la SGP qui a souligné l'importance d'assurer avec plus de précision la modélisation de la congestion, tant sur la route que sur les transports en commun et a recommandé que la modélisation devienne dynamique, d'une part pour endogéniser le choix de l'heure de départ des voyageurs à une échelle macroscopique et d'autre part pour reproduire le comportement des automobilistes à une échelle microscopique en présence de mesures de régulation de trafic telles que la mise en place de voies réservées. La mission a observé que la prise en compte des phénomènes de congestion pourrait prendre plusieurs années et qu'après la réalisation des améliorations en cours qui semblent pour la plupart des modèles devoir être opérationnelles en 2015, il faudrait examiner sérieusement si et comment il faut passer à une modélisation dynamique des trafics en Île-de-France, une échéance réaliste pour une telle modélisation se situant aux alentours de 2020.

Le coût et la complexité du développement d'une modélisation dynamique notamment pour le trafic routier constituent une incitation à examiner l'hypothèse d'un développement partenarial de cette modélisation. Cet examen devrait porter tant sur la question du partage du financement que sur celle de la ou des structures chargées de ce développement partenarial.

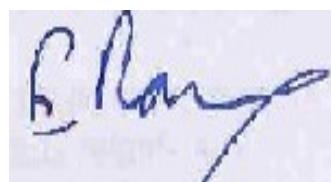
Quelle que soit l'option finalement retenue pour le développement des programmes opérationnels aux alentours de 2020, la compatibilité de ce développement avec le développement de modèles LUTI à l'échelle de l'Île France devrait être assurée. Il y a au moins deux arguments qui militent pour prévoir ce développement de modèles LUTI, d'une part, les résultats prometteurs mais à approfondir qui ont été obtenus par la SGP et, d'autre part, l'intégration de modèles LUTI à la panoplie des outils mis en œuvre dans d'autres grandes agglomérations au premier rang desquelles figure Londres.

Michel Massoni



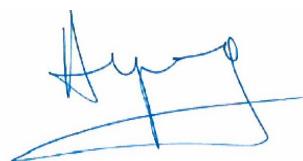
Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts

Emmanuel Raoul



Inspecteur général de
l'INSEE,
membre permanent du
CGEDD

Alain Ayong Le Kama



Professeur
des universités

Annexes

1. Lettres de mission

CGEDD n° 009874-01



PRÉFET DE LA RÉGION D'ILE-DE-FRANCE

2014 10810

Direction Régionale et Interdépartementale
de l'Équipement et de l'Aménagement
Service de la Connaissance, des Etudes
et de la Prospective
Affaire suivie par : Adrien KIPPELEN

Paris, le 14 juillet 2014

**Le Préfet de la Région Ile-de-France
Préfet de Paris**

à

Madame la Ministre de l'Écologie, du
Développement Durable et de l'Énergie

à l'attention de Madame Elisabeth BORNE
Directrice du cabinet

Objet : Demande de soutien du CGEDD pour la modélisation des déplacements en Île-de-France

Je sollicite l'appui du Conseil général de l'environnement et du développement durable et souhaiterais qu'il conduise une mission sur le sujet de la modélisation des déplacements en Île-de-France. Il s'agirait notamment de procéder à l'identification des parties prenantes, de réaliser un diagnostic des modèles actuellement exploités (objectifs et attentes des organismes, forces et faiblesses des outils, budgets d'investissement et de fonctionnement).

En effet, le Schéma Directeur de la Région Île-de-France approuvé en décembre 2013 a permis d'identifier les perspectives et enjeux du développement de la région Île-de-France dans les prochaines années. Les hypothèses de développement envisagées pour les années à venir (création de 70 000 logements et de 28 000 emplois par an) auront des conséquences importantes sur la demande de mobilité des Franciliens, alors que les infrastructures de transport sont déjà massivement utilisées.

Un grand nombre de projets de développement ou d'optimisation des réseaux de transport sont en cours d'étude ou en phase de réalisation : le Nouveau Grand Paris, comprenant la réalisation des lignes 15, 16, 17 et 18, le prolongement des lignes 11 et 14 notamment, le prolongement du RER E à l'Ouest, la réalisation de lignes de tram-trains et de tramways. Des réflexions sont également menées concernant la mise en place de voies dédiées aux bus et autres véhicules à fort taux d'occupation sur le réseau routier. D'autres démarches devraient être engagées sur les modalités de régulation de ce réseau, ou sur l'intermodalité.

Les enjeux concernant les déplacements en Île-de-France se situent à différents niveaux :

- certains sont nationaux, voire internationaux, tel que l'accès aux grands équipements, comme les aéroports de Roissy – Charles-de-Gaulle et d'Orly, ou bien l'accès aux grandes gares TGV ;
- l'Île-de-France est également un territoire par lequel passe la grande majorité des trains Grandes Lignes français, et ceux-ci y sont très souvent en terminus, ce qui n'est pas sans occasionner des conflits de sillons sur le réseau régional ;

Immeuble Le Ponant – 5, rue Leblanc – 75911 Paris Cedex 15

Téléphone : 01 82 52 40 00

- mais une part importante des déplacements en Île-de-France se réalise à faible distance, dans des bassins de vie et d'emploi, et les questions de micro-mobilité occupent en conséquence une place primordiale.

Les problématiques de congestion dans les transports franciliens font craindre une moindre attractivité globale pour la région, voire pour la France entière. Les Franciliens doivent également faire face à des problèmes de qualité de l'air, dans lesquels les transports ont une part de responsabilité.

Dans ce contexte, il est essentiel d'optimiser les moyens financiers qui peuvent être mis en œuvre, et de permettre aux décideurs publics de retenir les projets les plus intéressants. Pour cela, la qualité et la fiabilité des études, permettant de dimensionner les infrastructures de transport, et d'apprécier l'impact sur la vie et les déplacements de nos concitoyens, ont une importance capitale. Il s'agit en particulier des outils de modélisation des déplacements qui aident à comparer des scénarios de planification sur les réseaux de transport, et à évaluer les impacts de ces scénarios, ou plus largement des politiques de déplacements, à différents horizons temporels (moyen à long terme), sur les plans environnementaux, sociétaux et économiques.

Les principaux opérateurs de transports collectifs (RATP, SNCF-Transilien), le STIF, autorité organisatrice, et l'Etat via la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement, ainsi que quelques instituts de recherche sur les transports, disposent de modèles de simulation des déplacements, dont chacun a un domaine de pertinence spécifique, répondant à ses besoins propres. Il est également à noter que d'autres acteurs du domaine des transports en Île-de-France ne disposent pas en propre de modèle de déplacements ou uniquement de modèles simplifiés, et s'appuient dès lors sur les outils existants au sein des autres organismes.

Cette pluralité de modèles peut conduire à échanger des bonnes pratiques et à comparer des estimations prospectives (corréllées de fait à certaines marges d'incertitude), mais cela peut susciter des débats entre les organismes. Même si certaines données d'entrée sont mises en commun, les résultats peuvent varier selon les spécificités des modèles, et cela peut nuire à la pertinence des conclusions tirées des études. Par ailleurs, chaque modèle requiert un investissement important, que ce soit en moyens financiers ou en moyens humains, pour le développer, le mettre à jour et l'utiliser de manière opérationnelle.

La situation actuelle ne me paraît pas totalement satisfaisante, et plusieurs exemples récents ont montré que cette diversité, qui constitue en soi une richesse, peut si elle n'est pas encadrée conduire à des divergences difficiles à expliquer par les gestionnaires des modèles, et être un frein à une réflexion concertée sur les questions de déplacements au niveau de la métropole parisienne.

Un entretien avec les différentes équipes en charge de ces questions constituera la base de cette mission. La manière de fonctionner des acteurs du domaine des transports en Île-de-France ne possédant pas de modèle en propre pourra également être analysée. Une analyse des expériences les plus intéressantes réalisées dans ce domaine, en France ou à l'étranger, pourrait être intéressante et être opportune.

Suite au diagnostic, portant à la fois sur les aspects techniques et organisationnels, je souhaiterais pouvoir bénéficier de préconisations visant à favoriser le développement d'un ou plusieurs outil(s) performant(s), à la hauteur des enjeux des déplacements en Île-de-France. Pour les différentes parties concernées, et en premier lieu l'Etat et ses opérateurs, la question des compétences et des possibilités techniques n'est pas à écarter, tout comme celle des moyens budgétaires et financiers nécessaires au développement et à l'exploitation des modèles.

Ces préconisations, concertées avec les grands opérateurs, devront tracer une voie qui permette de disposer, après une période de montée en puissance, d'un ou de plusieurs outil(s) opérationnel(s) robuste(s), capable d'évaluer les impacts de politiques de déplacements et d'aménagement de manière la plus pointue possible, et permettant un partage de ces évaluations entre les différents organismes.

Le rapport du CGEDD devrait, à mon sens, pouvoir proposer, après les itérations nécessaires avec les instances de tutelle et de contrôle, les moyens et le calendrier de la mise en œuvre des préconisations que la mission sera amenée à formuler. Les services de la direction régionale et interdépartementale devront en effet être mis en situation d'assurer cette mise en œuvre.

Je souhaiterais pouvoir disposer du rapport de synthèse et des préconisations avant la fin de l'automne 2014 de manière à pouvoir engager sa mise en œuvre dès 2015.

Le Préfet de l'Île-de-France
Jean DAUBIGNY





MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

*Conseil général de l'environnement
et du développement durable*

Le vice-président

Paris, le 30 JUIL. 2014

Note

à l'attention de

Monsieur Michel Massoni,
ingénieur général des ponts,
des eaux et des forêts

Référence CGEDD n° 009874-01

Par lettre du 4 juillet 2014, le préfet de la région Ile-de-France, préfet de Paris, a demandé à la ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie à bénéficier de l'appui du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) pour réaliser une mission sur la modélisation des déplacements en Ile-de-France.

Je vous confie cette mission, dont le superviseur est le président de la 2ème section. Elle est enregistrée sous le n° 009874-01 dans le système de gestion des affaires du CGEDD.

J'attire votre attention sur le souhait du préfet de disposer du rapport de synthèse et des préconisations pour la mi-décembre 2014.

Conformément à la procédure en vigueur, je vous demande de m'adresser votre rapport aux fins de transmission au préfet et à la ministre.



Patrice Parisé

Copies : M. le président et Mme la secrétaire de la 2ème section



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

*Conseil général de l'environnement
et du développement durable*

Paris, le 30 juill. 2014

Le vice-président

à

Monsieur le préfet de la région Ile-de-France,
préfet de Paris

Référence CGEDD n° 009874-01

Par lettre du 4 juillet 2014, vous avez demandé à la ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie à bénéficier de l'appui du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) pour réaliser une mission sur la modélisation des déplacements en Ile-de-France.

Je vous informe que j'ai désigné M. Michel Massoni, ingénieur général des ponts, des eaux et des forêts, pour effectuer cette mission.



Patrice Parisé


Copies : Mme la directrice du cabinet (MEDDE)
Mme la directrice du cabinet (SETMP)
M. le directeur général des infrastructures, des transports et de la mer

2. Liste des personnes rencontrées

Organisme	Personne rencontrée	Fonction
DGITM	François Poupard	Directeur Général
	Bruno Diciani	adjoint au sous-directeur FCD à la DST
DRIEA	Gilles Leblanc	Directeur Régional
	Nicolas Osouf	Chef du service SCEP
	Adrien Kippelen	Adjoint au Chef du service SCEP
	Clément Morin	
	Tram Simonet	
	Justine Song	
STIF	Sophie Mougard	Directrice Générale
	Olivier Nalin	
	Laurence Debrincat	
	Nicolas Pauget	
	Etienne Lere	
SNCF Transilien	Pierre Messulam	Directeur Général Adjoint Transilien
	Emmanuel Deval	Responsable du pôle Modélisation et Prévisions de trafic
SNCF Réseau	Jean Faussurier	Directeur Régional Île-de-France
	Alain Sauvant	Directeur Conception et Planification du Réseau
RATP	Philippe Ventéjol	Directeur délégué du département développement, innovation et territoires
	Laurent Gérardin	Responsable d'unité études et modélisation
	Vincent Leblond	unité études et modélisation
	Nathalie Melin	unité études et modélisation
Société du Grand Paris	Jean-Claude Prager	Directeur des études économiques
	Jean-Vincent Bonifas	
Région Île-de-France	Sandrine Gourlet	Directrice des transports, unité aménagement durable

IAU Île-de-France	Elisabeth Gouvernal	Directrice Département Mobilité et Transports
	Daniel Nguyen-Luong	Ingénieur Département Mobilité et Transports
Experts et Universitaires		
Université Lille 1	Hakim Hammadou	Maître de Conférences
ENS/Cachan	Andre De Palma	Professeur
LET Lyon	Yves Crozet	Professeur
Université de Montreal / INRO	Michael Florian	Professeur
ENPC LVMT	Fabien Leurent	Professeur
ENPC	Emile Quinet	Professeur
Université de Montreal	Marc Gaudry	Professeur
IFFSTAR	Olivier Morellet	
IFFSTAR/AME	Matthieu de Lapparent	Chercheur
SATURN / ITS Leeds	Dirk Van Vliet	
PTV Group	Frederic Reuteneuer	Gérant
CGEDD	David Meunier	
AIMSUM/TSS	Jordi Casas	Directeur R&D
	Agathe Martin	
STRATEC	Hughes Duchâteau	
STRATEC	Benjamin Cuillier	
Grand Lyon	Nicolas Pernoud	DGDU - Service Déplacements
TISSEO-SMTC	Fabienne Dupoux	Responsable Etudes Générales

3. Programme du séminaire scientifique du 7 novembre 2014

08.30 **Introduction (Michel Massoni & Emmanuel Raoul)**

Chairman : **Michel Massoni**

Moderator : **Alain Ayong Le Kama**

08.45 **Session 1: General Framework**

1. **Introduction by Marc GAUDRY**

09.30 **Session 2: Presentation of a set of existing Models**

- METROPOLIS (André De Palma)
- SATURN (Dr Dirck Van Vleit, ITS - Leeds)

11.00– 11.15 *Coffee break*

- VISUM (Frédéric Reutenaer, PTV Group)
- EMME 4.1 (Prof. Michael Florian)

12.45– 14.00 *Lunch (on site)*

Chairman : **Emmanuel Raoul**

Moderator : **Alain Ayong Le Kama**

- Chaire STIF-ENPC (Fabien Leurent) (45mns)
- AIMSUM (Dr Jordi Casas, R&D Director at Transport Simulation Systems)

15.30– 15.45 *Coffee break*

2. **Presentation by Hugues Duchâteau : a comparative analysis of the use of different models for the evaluation of traffic in Brussels**

3. **Presentation by Yves CROZET (LET, University of Lyon) : what governance for such models in Île-de-France?**

17.00 **Session 3 : The contribution of the Land Use Models ?**

4. **Presentation of MATISSE (Olivier Morellet, LVMT)**

5. **Presentation of existing Land Use models and their interest for modeling traffic in Île-de-France (David Meunier, MEDDE and ENPC)**

18.00 **Concluding words (Michel Massoni and Emmanuel Raoul)**

4. Solutions techniques disponibles pour rendre plus précises les simulations de trafic en Île-de-France

La communauté scientifique propose d'appliquer en Île-de-France des solutions plus élaborées déjà utilisées à l'étranger avec des produits développés par des éditeurs de logiciels spécialisés. La mission appelle l'attention sur les points suivants dont certains ont déjà été relevés par le Conseil scientifique de la SGP dans les conclusions qu'il a rendues en janvier 2015.

Construction d'un modèle de choix entre itinéraires et prise en compte de l'utilité de la multiplicité des itinéraires disponibles :

- Construction d'un modèle dynamique pour aboutir à un logsum des utilités globales des modes de transport en concurrence (itinéraires et tranches horaires analysés par mode).
- Pour le modèle routier, la congestion doit être modélisée dynamiquement afin d'estimer correctement les vitesses et les débits malgré la congestion car sinon les impacts des étranglements sur le trafic et l'accessibilité sont erronés. Par ailleurs, l'impact de la congestion sur le choix de l'heure de départ doit être modélisé. Selon ces experts, les restrictions de stationnement (prix et limitations de capacité) doivent être représentées explicitement zone par zone, pour que, les effets d'un renforcement des contraintes de stationnement du PDU puissent être pris en compte, les déplacements intermodaux via les parcs-relais soient représentés correctement. Ils recommandent également que d'autres caractéristiques de l'offre soient prises en compte :
 - les bandes HOV ;
 - la tarification de l'usage de la route (VP et PL), kilométrique, au cordon ou de zone ;
 - l'impact du réseau TC de surface sur la performance du réseau routier ;
 - la réglementation de la circulation des camions.
- Prise en compte d'utilités non linéaires des variables caractéristiques (temps et coût notamment) pour capter les propriétés que la valeur du temps augmente presque toujours avec la distance et que l'utilité du temps diminue plus que proportionnellement en transport urbain (à la différence du transport interurbain).
- Modèle de demande à détailler et à améliorer, en particulier pour améliorer les calculs de surplus (par exemple, il faudrait modéliser spécifiquement les déplacements des étudiants, les utilités des modes « passager-VP », « 2 roues motorisées », « vélo » et « marche à pied » pour prendre en compte, l'attractivité spécifique de ces modes, l'effet de la tarification sur les coûts ressentis VP (stationnement, tarification routière) et TC et l'impact de l'offre de covoiturage dynamique qui pourrait se développer.
- Amélioration du modèle TC (en faisant varier le coût ressenti d'un itinéraire en fonction de la régularité et du confort, tenant compte de la congestion des véhicules de TC dans le choix d'itinéraire, et en faisant varier le coût ressenti plus que proportionnellement au temps, en calibrant le modèle de choix d'itinéraire à l'aide de données RP et SP).

En pratique, cela veut dire qu'un modèle moderne devrait comprendre les éléments suivants :

Pour modéliser la demande

- Prévoir de nouvelles segmentations (notamment avec les spécificités des étudiants) dans la génération/attraction.
- Diversifier le choix modal en élargissant l'éventail des choix non seulement sur le choix Voiture-conducteur ou transport public mais aussi les modes VP-passager, 2 roues motorisées, vélo et marche à pied. Le nouveau modèle devrait intégrer pleinement l'EGT 2010 et les résultats d'enquêtes SP à réaliser.
- Intégrer des fonctions d'utilité non linéaires (Box-Cox).
- Produire le logsum des utilités.
- Permettre le choix de l'heure de départ à partir de fonctions calées sur une enquête SP.

Pour modéliser les TC

- Intégrer la congestion dans le modèle de choix d'itinéraire.
- Prendre en compte les effets de la surcharge sur la régularité et le confort, y compris les effets des files d'attente sur les débits et les durées.
- Procéder à un calibrage avec des données SP/RP.

Pour modéliser les transports routiers

- Raffiner la codification du réseau pour intégrer la géométrie des carrefours et des bandes de circulation (bandes bus, HOV éventuelles) dans la perspective de la modélisation dynamique.
- Codifier les mesures de contrôle du trafic.
- Représenter de façon fine les contraintes de stationnement, les capacités et réglementations et tarifs en voirie et hors voirie, y compris les parcs relais.
- Représenter les réseaux piétons et de TC reliant les parkings et les lieux de destination.
- Intégrer la description d'un éventuel péage urbain.
- Intégrer des algorithmes d'affectation dynamique du trafic (DTA) et d'optimisation des plans de feux incorporée dans le modèle (Transyt 7F ou autre).
- Procéder à un calibrage sur les débits et les durées avec de nouvelles mesures de temps de parcours et de nouveaux comptages.

5. Le schéma de développement du modèle lyonnais

1/ La situation actuelle peut être améliorée par la mise au point d'un modèle commun à plusieurs acteurs

Les acteurs des transports de l'agglomération lyonnaise disposent actuellement de modèles mono modaux, qui ne permettent pas une évaluation efficace de l'interaction entre les modes de déplacements.

Le modèle de circulation de l'agglomération lyonnaise, actuellement utilisé par l'État, le Conseil Général et le Grand Lyon, date de 1997. Ce modèle devient de plus en plus difficile à mettre à jour, malgré des recalages successifs. Il est en voie d'obsolescence technique et dans quelques années, il ne permettra plus d'obtenir des résultats suffisamment pertinents pour fonder des décisions portant sur des sujets de plus en plus complexes.

Le modèle de transports en commun urbain, utilisé par le SYTRAL, ne traite pas de la circulation automobile et n'intègre donc que de façon indirecte les effets du report des déplacements automobiles vers les transports collectifs urbains, ce qui va poser de plus en plus de problèmes pour une bonne évaluation du report entre les modes.

A l'instar de ce qui s'est passé dans d'autres grandes métropoles européennes comme Bruxelles, le besoin de comprendre les interactions entre modes de transport à l'aide d'un modèle vraiment multimodal a déclenché une réflexion sur les moyens les plus appropriés pour développer un tel modèle à l'échelle de l'aire métropolitaine lyonnaise.

Ce modèle doit permettre de prendre en compte simultanément les déplacements sur l'ensemble des modes, et donc d'obtenir des analyses sur la mobilité plus poussées et plus fiables. Son rôle sera de permettre d'évaluer de façon transparente et partagée la demande et les usages de déplacements sur le territoire de l'aire métropolitaine lyonnaise à moyen (~2020) et à long termes (~2030, horizon du SCoT et au-delà) en s'appuyant :

- sur des hypothèses communes d'évolution des populations, des emplois, des réseaux, des comportements de mobilité,
- sur une modélisation de la réalité intégrant les progrès récents de la connaissance dans les domaines des algorithmes mathématiques décrivant le fonctionnement des réseaux de transport et de l'informatique qui permet aujourd'hui d'effectuer des calculs qui paraissaient hors de portée il y a quelques années

Le nouvel outil doit permettre d'estimer la demande de déplacements pour les différents modes, et de comparer différents scénarios d'aménagement et d'urbanisation. Il s'agira d'un modèle de prévision destiné à aider la prise de décision. Il intégrera des données les plus récentes disponibles, notamment celles des enquêtes ménages - déplacements de 2006 et pourra intégrer les données à venir.

2/ Une convention définit le rôle et les retours auxquels les partenaires peuvent prétendre

Chaque partenaire potentiel d'un tel outil doit voir sa contribution et ses intérêts reconnus par les autres partenaires. A cet effet, une convention de partenariat pour l'élaboration et le fonctionnement d'un modèle commun d'analyse multimodale des déplacements sur l'aire métropolitaine lyonnaise a été signée entre les différents partenaires concernés.

Ces partenaires sont :

- l'État (service déconcentré du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie) ;
 - la région Rhône-Alpes ;
 - le département du Rhône ;
 - la communauté urbaine de Lyon (dénommée le Grand Lyon) ;
 - le syndicat mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise (dénommé le SYTRAL).
-
- Afin d'assurer la cohérence des études à mener par les différents partenaires, dans chacun de leurs domaines de compétence respectifs, les partenaires ont précisé dans cette convention les conditions dans lesquelles le modèle commun sera élaboré et utilisé.
 - La convention définit le rôle de chacun pour construire et administrer ensemble le futur modèle multimodal de l'aire métropolitaine lyonnaise. Elle traite de l'élaboration, de l'utilisation et de l'entretien du futur modèle. Il est également prévu de rechercher la compatibilité entre le modèle TCU utilisé par le SYTRAL et le futur modèle multimodal.
 - Elle précise les droits et devoirs de chaque partenaire en termes de fourniture de données, de gestion, de maintenance et de mises à jour du modèle. En outre, elle définit les modalités d'utilisation du modèle pour la réalisation d'études.
 - Elle met en place une gouvernance visant à assurer le pilotage et la coordination globale du modèle de déplacements
 - A cet effet, les partenaires ont décidé de mettre en place deux instances, un comité de pilotage et un comité technique.
 - Le comité de pilotage sera constitué des signataires de la convention ou de leurs représentants. Il sera mobilisé, en tant que de besoin, comme lieu de décision concernant l'élaboration, l'utilisation et l'entretien du futur modèle.
 - Le comité technique sera constitué d'un ou plusieurs représentant(s) technique(s) de chaque partenaire. Il sera le lieu d'échanges techniques concernant l'élaboration, l'utilisation et l'entretien du futur modèle et sera le lieu de préparation des décisions stratégiques relevant du comité de pilotage.

Il est bien précisé que ces instances n'ont pas vocation à se substituer à celles mises en place spécifiquement dans le cadre des études faisant appel au modèle, sauf cas particuliers. En décidant cela, les partenaires disjoignent prudemment les questions liées à la disposition de l'outil de celles liées à son utilisation pour des projets spécifiques.

3/ Une telle convention doit contenir des dispositions précises guidant le travail technique à accomplir

La mise en place et l'utilisation d'un modèle sophistiqué de prévision de trafic ne peuvent être fructueuses que si les partenaires du projet sont capables de s'engager sur une durée suffisante et sur des moyens mobilisables au niveau suffisant sur cette durée.

C'est pourquoi, la convention a été conclue pour une période de 10 ans, à compter de la date de signature par le dernier partenaire signataire. Cette période est prolongeable par avenant.

Le coût de l'opération sur les cinq premières années a été estimé à 1 120 000 € HT (conditions économiques 01/2012). Il s'agit d'un montant important que les partenaires se sont répartis de la façon suivante :

- État : 20%,
- Région Rhône-Alpes : 20%,
- Département du Rhône : 20%,
- Grand Lyon : 30%,
- SYTRAL : 10%.

Cette prévision de coût couvre l'élaboration, l'assistance à maîtrise d'ouvrage, maintenance, les mises à jour et l'hébergement du modèle.

Il convient d'observer que la contribution du SYTRAL apparaît moindre que celle des autres partenaires. Cela s'explique par le fait que le SYTRAL va continuer à alimenter et maintenir son propre modèle pour la réalisation d'études fines et/ou complémentaires de celles réalisées avec le modèle général. Le montage mis au point pour le développement du modèle global général doit tenir compte des responsabilités particulières du SYTRAL²⁵. Sa contribution est donc en partie prise en charge par le Grand Lyon qui est identifié parmi les partenaires comme l'utilisateur le plus intensif.

Au-delà de la première période, de cinq ans, les partenaires s'engagent à réunir les conditions partenariales et matérielles permettant de maintenir le modèle à jour et en bon état de fonctionnement, selon des modalités à définir ensemble (avenant, convention particulière, etc.).

Un échéancier prévisionnel des dépenses a été établi. Il peut se résumer comme suit :

- 2% pour l'année 2012,
- 15% pour l'année 2013,
- 24% pour l'année 2014,
- 15% pour l'année 2015,
- 10% pour l'année 2016,
- 19% pour l'année 2017,
- 15% pour l'année 2018.

²⁵ Le SYTRAL élabore et met en œuvre le Plan des déplacements urbains (PDU) et définit l'offre de transport, des normes de qualité de service et de la tarification du réseau de transport et des infrastructures dont il en est propriétaire. L'objectif majeur du SYTRAL est de développer le réseau TCL, afin d'offrir la meilleure offre de transport public aux habitants (itinéraires et fréquence des lignes, implantation des arrêts et des stations), à mailler le territoire lyonnais afin de relier les pôles d'activités de l'agglomération entre eux, en étudiant les possibilités de mise en œuvre, déterminer les besoins en équipements nouveaux et créer de nouvelles lignes. Le SYTRAL réévalue de façon régulière les règles qui régissent l'exploitation des réseaux TCL et Optibus afin de proposer un service de qualité et performant et le rendre accessible au plus grand nombre, (régularité, propreté, disponibilité des équipements, information des voyageurs, sécurité, lutte contre la fraude, tarification). L'exploitation des réseaux est confiée à des délégataires privés.

Des scénarios de référence doivent être élaborés pour servir de base au modèle. Ces scénarios de référence sont élaborés par le comité technique, et validés par le comité de pilotage.

La situation de référence actuelle et les situations futures comprennent :

- un descriptif de l'ensemble des réseaux de transport actuels et futurs ;
- un descriptif des territoires, en termes de données socio-éco-démographiques ;
- un descriptif des comportements de mobilité.

Leur élaboration et mises à jour sont soumises à un ensemble de procédures détaillées décrites en annexe à la convention.

Chaque partenaire :

- s'engage à fournir les données nécessaires au modèle ;
- est responsable de la fiabilité dans le temps des données qu'il fournit ;
- reste seul propriétaire des données qu'il fournit pour la seule élaboration du modèle.

Les données à fournir par chacun font l'objet d'une annexe à la convention. Cette annexe est susceptible d'évoluer et d'être précisée au cours du processus d'élaboration du modèle. L'utilisation des données est limitée à l'objet de l'élaboration du modèle. Dans ce cadre, les partenaires peuvent consulter ces données, mais ne peuvent pas réutiliser des données appartenant à un autre partenaire pour un autre besoin, sans l'accord de ce dernier.

Dans le cas où les données nécessaires sont inexistantes ou obsolètes, la réalisation d'enquêtes complémentaires est soumise à la validation à l'unanimité des partenaires concernés.

Un modèle de trafic aussi sophistiqué doit permettre la réalisation d'études par chaque partenaire. Chaque partenaire s'engage à respecter les principes suivants :

· À partir des scénarios de référence, chaque partenaire dispose de la possibilité de réaliser des études tous modes par le biais du modèle, en ne faisant évoluer que les réseaux qui dépendent de lui.

Chacun des différents partenaires pourra présenter :

- sur les réseaux qui dépendent de lui, tous types d'hypothèses et de résultats ;
- sur les autres modes, des résultats en termes de parts modales uniquement.

Dans le cas où une étude porterait sur un aménagement ou un jeu d'hypothèses ayant un impact significatif sur plusieurs modes, la pertinence de présenter les résultats sur des modes impliquant des partenaires autres que le maître d'ouvrage de l'étude sera analysée par le comité technique et arbitrée, le cas échéant, en comité de pilotage.

L'hébergement informatique du modèle sera réalisé par le Grand Lyon qui mettra à disposition de chacun des partenaires des accès à distance à l'aide d'une procédure d'authentification sécurisée.

Chaque partenaire pourra réaliser en régie, ou faire réaliser par un bureau d'études de son choix, des études de déplacements en utilisant ou en mettant l'accès au modèle à disposition de prestataires.

Dans le cas d'études prospectives importantes, intéressant l'ensemble des partenaires, une fois l'opportunité de l'utilisation de l'outil établie, le comité technique pourra avoir un rôle de conseil technique sur les opérations de simulation.

Le comité technique, gardera, tout au long de la vie du modèle, un rôle de "club des utilisateurs", lieu de partage des méthodes, des bonnes pratiques, et d'une culture commune sur la prospective en matière de mobilité sur le territoire métropolitain.

Des dispositions sont prévues pour la modification et la résiliation de la convention ce qui sécurise les partenaires. A défaut d'accord amiable, tous les litiges auxquels pourraient donner lieu l'interprétation et l'exécution de la présente convention sont du ressort du tribunal administratif territorialement compétent.

4/ Le pilotage de la réalisation et de la maintenance nécessite un montage original

Les partenaires ont parallèlement conclu une convention de groupement de commandes, qui régit la commande publique pour l'acquisition du modèle, ainsi que sa maintenance pendant une période de 3 ans (objet d'un premier marché dont le coordonnateur sera le Grand Lyon) ;

- le lancement, si nécessaire, d'un nouveau marché de maintenance et de mise à jour à l'issue de la période de 3 ans comprise dans le premier marché (objet d'un éventuel second marché dont le coordonnateur sera le Grand Lyon).

Le coordonnateur de cette seconde convention est le Grand Lyon qui assure par ailleurs, comme indiqué précédemment, l'hébergement informatique du modèle et l'accessibilité du modèle par les partenaires. sera réalisé par le Grand Lyon.

L'assistance à maîtrise d'ouvrage pour l'élaboration partenariale du modèle de simulation des déplacements sera réalisée sous maîtrise d'ouvrage de l'État.

La convention de groupement de commandes précise également les aspects liés à la propriété du modèle et de ses composants, aux conditions de sa maintenance et de son hébergement.

Les partenaires ont ainsi cherché à assurer la fluidité des échanges entre eux et avec les prestataires appelés par contrat à contribuer à l'élaboration d'un outil complexe dont la pérennité devra être assurée dans la durée.

5/ Cette opération inenvisageable il y a quelques années paraît comporter des enseignements pour l'Île-de-France

- Bien que la situation de l'Île-de-France soit institutionnellement un peu plus complexe, on peut observer quelques caractéristiques du projet lyonnais qui pourraient être utilisables en Île-de-France.
- En premier lieu, il est possible de décrire dans une convention les rôles et les responsabilités d'une pluralité d'acteurs agissant de façon complémentaire pour la gestion de la mobilité sur un territoire.
- En second lieu, une telle convention doit engager les partenaires sur une longue durée pour que l'investissement initial qui nécessite un temps de développement important, environ cinq ans, puisse être assuré d'être exploité efficacement pendant une durée en rapport .
- La capacité réelle des acteurs à s'engager sur une durée d'une dizaine d'années y compris sous l'angle des contributions financières doit être correctement analysée..
- Un tel développement suppose une mise en commun de nombreuses données ce qui peut poser des problèmes notamment en ce qui concerne des données relatives au mode ferroviaire en région.

Un modèle global utile à l'ensemble des acteurs ne peut se substituer aux modèles plus spécifiques des exploitants de service ou des prescripteurs. Le fait que le SYTRAL garde un outil particulier pour les besoins de ses missions particulières n'est pas surprenant. L'optimisation des moyens milite pour une analyse fine des interfaces entre le modèle global et les modèles répondant aux besoins spécifiques de certains acteurs de façon à réduire au minimum les redondances entre modèles.

6/ Ce nouveau modèle nécessitera une gestion harmonisée des données utiles

Cette opération suppose également la mobilisation coordonnée de nombreuses informations dont la fourniture est répartie précisément entre les partenaires. Cette répartition décrite ci-après fait partie des dispositions de la convention de partenariat.

DONNÉES À FOURNIR PAR LES PARTENAIRES

Données	Partenaires concernés	Utilisation
Données d'offre / description des réseaux		
Descriptions détaillées des réseaux routiers : nombre de voies, type de carrefours, vitesse autorisée, profil routier, pénalités aux feux, sous forme SIG (de préférence)	Grand Lyon, CG69, État	Codage du réseau routier
Descriptions détaillées des réseaux TC (y compris services scolaires) : lignes et arrêts, horaires et fréquences des lignes, limite de capacité des matériels utilisés par ligne, ou par type de ligne nombre de services, sous forme SIG (de préférence)	SYTRAL, Région Rhône-Alpes, CG69	Codage des réseaux TC
Données de péage : gamme tarifaire	Grand Lyon, CG69, État	Calcul de l'affectation VP et du choix modal, rentre dans la fonction de coût généralisé (monétisation du temps)
Tarification TC : gamme tarifaire simplifiée	SYTRAL, Région Rhône-Alpes, CG69	Calcul de l'affectation TC et du choix modal, rentre dans la fonction de coût généralisé (monétisation du temps)
Parkings et stationnement sur voirie : capacité, tarification	Grand Lyon en lien avec LPA	Traduction de l'intermodalité
Description des parcs relais : localisation et capacité	SYTRAL, Région Rhône-Alpes	Traduction de l'intermodalité

Source : Convention Lyon

Données	Partenaires concernés	Utilisation
nnDoées d'usage (données nécessaires uniquement pour les jours ouvrés, la répartition horaire est nécessaire)		
Comptages routiers	Grand Lyon, CG69, État	Calage de l'affectation routière
Part de Poids Lourds, schémas de desserte logistique	Grand Lyon, CG69, État	Calage de l'affectation routière
Enquêtes RPM routières	Grand Lyon, CG69, État	Calage de l'affectation routière
Enquêtes OD routières	Grand Lyon, CG69, État	Calage de l'affectation routière
Comptages TER	Région Rhône-Alpes	Calage de l'affectation TC et du choix modal
Enquêtes OD par ligne (fichiers bruts et coefficients de redressement, pour analyse de la validité statistique),	SYTRAL, Région Rhône-Alpes, CG69	Calage de l'affectation TC et du choix modal
Comptages automatiques ou manuels de montées/descentes,	SYTRAL, Région Rhône-Alpes, CG69	Calage de l'affectation TC
Données de péage : panier moyen, ventilation d'utilisation des tarifs	Grand Lyon, CG69, État	Calage de l'affectation VP et du choix modal, rentre dans la fonction de coût généralisé (monétisation du temps)
Tarification TC : panier moyen, ventilation d'utilisation des titres	SYTRAL, Région Rhône-Alpes, CG69	Calage de l'affectation TC et du choix modal, rentre dans la fonction de coût généralisé (monétisation du temps)
Enquêtes Ménages Déplacements 2006 et antérieures	État, SYTRAL	Calage de la génération, de la distribution, et du choix modal
Enquête cordon 2005	Grand Lyon, CG69, État	État Calage de l'échange et du transit
Utilisation des parcs relais : fréquentation	SYTRAL, Région Rhône-Alpes	Traduction de l'intermodalité
Comptages vélos	Grand Lyon	Traduction de l'intermodalité
Utilisation des parkings et enquêtes de stationnement	Grand Lyon en lien avec LPA	Traduction de l'intermodalité
en tant que de besoin, enquêtes fraudes et non validation des titres,	SYTRAL, Région Rhône-Alpes, CG69	Calage de l'affectation ne seront à fournir que dans le cas où les charges des lignes TC entre deux arrêts ("serpents de charge") calculées par le modèle seraient en décalage avec les charges réelles issues des comptages automatiques ou manuels de montées/descentes

Source : Convention Lyon

6.Le schéma de développement du modèle toulousain

1/ Une coordination a été établie de longue date entre les acteurs des transports de l'agglomération toulousaine

L'agglomération de Toulouse s'est dotée à partir de 1996 d'un Système de Gestion Globale des Déplacements (SGGD) résultant d'une démarche de concertation associant les collectivités territoriales et les principaux exploitants de voirie et de réseaux de transports collectifs agissant sur son territoire.

Le SGGD a pour objet d'améliorer la gestion de la mobilité à l'échelle de l'aire métropolitaine en permettant l'harmonisation des politiques des différents acteurs. Pour cela, quatre outils complémentaires ont été développés :

- un observatoire des déplacements ;
- une centrale d'information multimodale ;
- un outil de régulation du trafic routier appelé « Campus Trafic » ;
- un modèle de déplacements multimodal.

Le modèle de déplacements de l'aire urbaine de Toulouse est donc un modèle partenarial qui est la propriété commune des membres du SGGD :

Le SGGD a été régi par des conventions successives dont la dernière a été conclue en, 2013 pour couvrir la période 2010-2017.

Cette convention réunit des membres permanents (l'État, la Région Midi-Pyrénées, le Département de la Haute-Garonne, la Communauté urbaine de Toulouse Métropole, la Communauté d'agglomération du Sicoval, la Communauté d'agglomération du Muretain, le syndicat intercommunal des transports publics de la région toulousaine -SITPRT-, le syndicat mixte des transports en commun -Tisséo-SMTC-, autorité organisatrice des transports urbains sur l'agglomération) et des membres associés (RFF, SNCF, la Société des autoroutes du sud de la France -ASF-, l'Agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire urbaine).

Cette convention prévoit une coordination et un financement en partenariat d'actions dont certaines ont été engagées de longue date et dont d'autres visent à satisfaire des besoins devenus plus pressants avec le temps et accessibles à des solutions technologiques ayant déjà émergé ou pouvant le faire à court terme. Ces actions sont principalement les suivantes :

- poursuite de la gestion coordonnée des réseaux ;
- mise en oeuvre et évolution d'une centrale d'information multimodale ;
 - renouvellement et actualisation régulière de l'outil de modélisation multimodale des déplacements ;
 - poursuite de l'observatoire partenarial des déplacements ;
 - étude prospective en modélisation dynamique.

Les modalités d'exécution de chacune de ces actions sont précisées par la convention et par des annexes techniques.

La mise en œuvre et le fonctionnement du SGGD, sont pilotés par un conseil d'orientation (CODOR), présidé par le Préfet de la Haute-Garonne, Préfet de la Région Midi-Pyrénées et réunissant les présidents des organismes partenaires, le directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement Midi-Pyrénées et le directeur interdépartemental des routes du Sud-ouest. Les réunions de ce CODOR sont préparées par un comité technique réunissant les services techniques des membres permanents et les opérateurs membres associés.

Le CODOR traite de :

- la définition des programmes d'études et de recherche ;
- l'adoption des programmes annuels d'activité ;
- l'adoption des budgets annuels ;
- l'approbation des comptes de chaque exercice.

Ses décisions sont prises à l'unanimité.

2/ La coordination établie s'applique particulièrement à l'observation des déplacements et à la modélisation des trafics

Dans la continuité de l'observatoire construit au cours de la phase antérieure, l'observatoire des déplacements du SGGD doit permettre de suivre pendant la période 2010-2017 les effets de la politique de déplacement des gestionnaires de réseaux de l'aire urbaine. Cette politique est décrite dans les documents de planification et d'orientation (Plan de Déplacements Urbains, plans régional et départemental des transports) mais il est nécessaire de mesurer ses effets.

C'est pourquoi, l'observatoire commun aux membres du SGGD, doit disposer des capacités nécessaires pour alimenter en données et en indicateurs les domaines liés aux

déplacements : véhicules particuliers, transports en commun (métro, bus, train), deux-roues, marche à pied, livraisons de marchandises, stationnement, sécurité routière, covoiturage, plans de mobilité des entreprises, voiture partagée...

L'observatoire est aussi un lieu d'échanges de données, d'analyse et de partage de la connaissance entre les partenaires.

Sur la période de la convention, il est doté de 170 000 € HT en provenance des partenaires du PDMI (État, Conseil Régional, Conseil Général, Communauté Urbaine de Toulouse Métropole), Tisséo-SMTC, de la CAM, du SICOVAL et du SITPRT.

L'observatoire est animé par l'Agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire urbaine qui est rémunérée pour cela par les partenaires de la convention SGGD en complément des subventions relatives à la réalisation de ses missions permanentes.

Les partenaires de la convention SGGD ont mis en place un outil commun de modélisation multimodale, qui permet de simuler les besoins futurs de déplacements sur le territoire quel qu'en soit le mode. Cet outil est utilisable par chaque partenaire, et constitue un outil d'évaluation des projets (TC/routiers) et des politiques de transport, en lien avec le développement urbain.

L'outil de modélisation existant est utilisé pour réaliser des études concernant les projets menés par les partenaires du SGGD (Plan des Déplacements Urbains, Trams et TCSP, études sectorielles de déplacement...).

Il a été conçu et paramétré à partir des données de l'Enquête Ménages Déplacements réalisée en 2004.

En 2012-2013, Tisséo-SMTC a réalisé une nouvelle Enquête Ménages Déplacements, complétée par des enquêtes spécifiques menées par les AOT compétentes (Origine Destination TCU et TER, enquête « cordon » routière). Ces nouvelles données ont permis de définir une nouvelle situation de référence des pratiques de déplacements des habitants de l'agglomération et permettent d'engager le renouvellement de l'outil de modélisation. À cette occasion, les partenaires envisagent de procéder à une amélioration technique de l'outil portant sur la réduction des temps de calcul, la mise à jour du logiciel, l'optimisation du zonage, l'ajout de nouvelles fonctionnalités jugées utiles à la pertinence et à la précision des études.

L'opération de renouvellement de l'outil de modélisation est réalisée sous co-maîtrise d'ouvrage de l'Etat (pour le compte de l'ensemble des partenaires du PDMI mentionnés précédemment) et de Tisséo-SMTC pour un cout global estimé à 440 000 € HT en juin 2013.

Le projet fait l'objet d'une maîtrise d'ouvrage déléguée à Tisséo-SMTC et bénéficie de l'assistance technique du CEREMA (Direction Territoriale sud-ouest) et de l'agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire urbaine. Cette dernière a réalisé une étude d'opportunité et de faisabilité du renouvellement du modèle. Elle a rédigé le Cahier des Clauses Techniques Particulières du projet.

Les partenaires du SGGD sont informés du déroulement du projet par l'intermédiaire d'un groupe modélisation réunissant : Etat, Région Midi-Pyrénées, Département de Haute-Garonne, Communauté Urbaine de Toulouse Métropole (CUTM), Communauté d'Agglomération du SICOVAL, Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération toulousaine (SMTC), Autoroutes du Sud de la France (ASF), Réseau Ferré de France (RFF), SNCF, CEREMA (Direction Territoriale sud-ouest) et agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire urbaine.

Les membres du groupe modélisation sont réunis ponctuellement afin d'être tenus informés du déroulement de la prestation. Le groupe modélisation peut également être mobilisé pour valider une partie des grandes étapes d'élaboration du nouveau modèle.

Enfin ses membres sont sollicités lors de la collecte des données nécessaires à l'élaboration et au calage du nouveau modèle (données de description du territoire, données d'offre de transport et données d'usage).

Par ailleurs, afin d'assurer la pérennité et le développement de l'outil, et de conserver un modèle commun à tous, une gestion permanente du modèle est nécessaire.

La convention prévoit le maintien d'un groupe de gestion mis en place pour le modèle précédent et piloté par la DDT 31, la Région Midi-Pyrénées et Tisséo-SMTC.

L'Agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire urbaine assure l'animation et le secrétariat du groupe de gestion.

Le groupe de gestion a pour principales missions l'archivage et la mise à disposition des résultats des études réalisées avec le modèle ainsi que la mise à jour du modèle. Les mises à jour concernent principalement l'offre de transport VP et TC, les rabattements et les données urbaines. Elles permettent notamment d'améliorer le calage de l'affectation. Elles sont régulièrement transmises par le groupe de gestion aux partenaires du SGGD sous la forme de DVD.

La gestion du modèle s'appuie sur une charte établie en 2007 qui fixe les modalités d'utilisation du modèle, de gestion des bases de travail communes, de développement du modèle et de ses mises à jour. La charte laisse aux partenaires la possibilité d'utiliser directement le modèle ou de solliciter un prestataire extérieur. Les partenaires qui utilisent directement le modèle sont aujourd'hui le SMTC, le CEREMA (Direction Territoriale sud-ouest) et l'agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire urbaine. Cette charte est remise à jour dans le cadre du renouvellement du modèle.

Les partenaires de la convention SGGD sont convenus d'affecter 170 000 € HT à la gestion du modèle sur la période 2010-2017 en plus du financement du renouvellement du modèle mentionné précédemment.

Ces moyens prendront la forme d'une subvention annuelle de l'Etat pour le compte de l'ensemble des partenaires du PDMI et de subventions annuelles des autres collectivités non signataires du PDMI et elles seront versées. Ces subventions annuelles seront versées à l'Agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire urbaine en complément des subventions relatives à la réalisation de ses missions permanentes.

3/ Le choix technique concerté entre les partenaires est de faire évoluer progressivement le modèle

Le modèle de l'aire urbaine de Toulouse en service en 2013 est un modèle multimodal fonctionnant sur la base des logiciels VISEM (8.1) et DAVISUM (9.35) permettant de procéder à des simulations des situations de 2020 et 2030.

Ce modèle a été élaboré par PTV France entre 2004 et 2006. La situation de calage initiale était celle de l'hiver 2003- 2004 au cours duquel plusieurs enquêtes avaient été réalisées (EMD, OD TCU, OD TER, cordon, etc.).

Les évolutions importantes de l'offre et de la demande de transport dans les années suivantes ont conduit à la définition d'une nouvelle situation de calage correspondant à l'hiver 2008-2009.

Son périmètre couvre l'aire urbaine de Toulouse en 1999 élargie aux aires d'influence des terminus TER de banlieue. Le zonage comprend 1126 zones dont 1076 zones internes.

En principe le système prend en compte 3 périodes d'affectation (PPM, période creuse et PPS), en pratique seule l'affectation en période de pointe du soir est utilisée.

Les modes pris en compte dépendent de l'étape de calcul. A l'étape de choix modal il tient compte des VP passager, VP conducteur, TC, MAP, vélo, alors qu'à l'étape d'affectation il tient compte des VP et TC.

Le modèle intègre plusieurs types de réseaux de TC : TC urbains, TER, lignes interurbaines et scolaires du Département, navettes communales.

Il contient un module spécifique pour représenter les déplacements VP+TC avec changement de mode à un parc relais.

Le modèle global est en fait la mise en relation de plusieurs modèles :

- le modèle dit « AU » est un modèle à quatre étapes (génération, distribution, choix modal et affectation) qui traite les déplacements internes au périmètre de l'aire urbaine (périmètre EMD 2004 + Villemur-sur-Tarn, soit 1039 zones dont 530 pour la commune de Toulouse). Il constitue le modèle principal ;
- les modèles « AU-HAU » et « HAU-AU » sont des modèles à quatre étapes simplifiés. Ces modèles traitent les déplacements d'échange entre le périmètre de l'aire urbaine et le périmètre hors de l'aire urbaine composé des aires d'influence des terminus TER de banlieue avec 37 zones internes et 36 zones externes liées au trafic d'échange et de transit . Les déplacements internes au périmètre HAU ne sont pas modélisés ;
- le modèle « marchandises et déplacements professionnels » est un modèle à quatre étapes pour lequel l'étape de choix modal est fictive (répartition VL/PL sur la base de ratios). L'affectation des flux de marchandises et de déplacements professionnels est commune avec celle des flux issus des autres modèles ;
- le modèle P+R est une procédure de calcul qui traite les déplacements combinant voiture et transports en commun. Cette procédure s'appuie sur les matrices issues du modèle « AU » ;

- les flux d'échanges avec l'extérieur du périmètre de modélisation et les flux de transit ne sont pas soumis à des étapes de génération, de distribution et de choix modal. Ils sont pris en compte par l'intermédiaire de matrices « inertes » qui sont affectées avec les flux issus des autres modèles.

Pour permettre des calculs plus rapides, le nouveau modèle de déplacements du SGGD devra contenir un zonage complet (interne + externe) composé de moins de 1 000 zones.

A cet effet, le zonage est revu avec une plus grande finesse du découpage dans les territoires denses et dans les territoires amenés à se développer pour garantir la précision de l'affectation des flux calculés par le modèle. En revanche, les territoires moins denses auront un zonage moins fin.

Le nouveau zonage doit permettre une mise à jour des données urbaines pendant toute la période d'utilisation du modèle, soit une dizaine d'années.

Il doit être compatible avec le zonage du modèle de la Région et prendre explicitement en compte des générateurs spécifiques (aéroport, gares Matabiau, CHU, etc.) via des zones dédiées.

7. Glossaire des sigles et acronymes

Acronyme	Signification
ANTONIN	Analyse des Transports et de l'Organisation des Nouvelles Infrastructures
AOT	Autorité Organisatrice de Transports
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CGSP	Commissariat général à la stratégie et à la prospective
DIRIF	Direction des Routes d'Île-de-France
DRIEA	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement Île-de-France
EGT	enquête globale transport
EOLE	ligne E du RER d'Île-de-France
GIP	Groupement d'intérêt public
HPM	heure de pointe du matin
HPS	heure de pointe du soir
IAU Île-de-France	Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
IFFSTAR	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux
LUTI	Land Use Transport Interaction
LVMT	Laboratoire Ville Mobilité Transport
MODUS	MOdèle de Déplacements Urbains et Suburbains
OMNIL	Observatoire de la mobilité en Île-de-France
PREDIT	programme interministériel de recherche et d'innovation dans les transports terrestres
RATP	Régie autonome des transports parisiens
RFF	Réseau Ferré de France
RGE®	référentiel à grande échelle de l'IGN
SCEP	Service de la connaissance, des études et de la prospective
SGP	Société du Grand Paris
SGGD	Système de Gestion Globale des Déplacements
SIRIUS	Système d'information pour un Réseau Intelligible aux USagers
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
STIF	Syndicat des transports d'Île-de-France
ZAPA	zone d'actions prioritaires pour l'air

