

# La modélisation mésoscopique à Paris - Le cas particulier de la Place de la Bastille

## 1. Contexte

La municipalité actuelle projette de réaménager profondément certaines grandes places de Paris. La place de la République a été la première d'entre elles. Aujourd'hui, la place de la Bastille est la suivante à être analysée.

Afin d'évaluer les impacts de ce projet de réaménagement sur le fonctionnement et également sur les éventuels reports de trafic sur les autres axes de la capitale, la Ville de Paris a lancé des études de circulation. Systra, en collaboration avec TSS, développe un modèle mésoscopique de trafic pour la Ville de Paris. Celui-ci couvrira l'ensemble du territoire de Paris intramuros. Ainsi, l'utilisation de la modélisation mésoscopique sur le secteur de la place de la Bastille est apparue pertinente pour déterminer l'évolution de la congestion, des temps de parcours, des débits, des densités, ainsi que les chemins empruntés par les véhicules durant les périodes simulées, afin de les comparer entre eux par la suite.

La place de la Bastille se situe à la limite des 4<sup>ème</sup>, 11<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> arrondissements. Comme le boulevard Beaumarchais, entrée Nord de la place de la Bastille constitue la limite entre le 3<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup> arrondissement, la zone d'étude choisie rassemble ces 4 arrondissements, recouvrant ainsi une superficie de 12,81 km<sup>2</sup> (12% de la superficie de la Ville de Paris) qui rassemble 364 000 habitants (16% de la population). Cette zone d'étude semble bien couvrir la zone d'influence des modifications sur la place de la Bastille.



Figure 1. Zone d'étude

Cet article présente les résultats de la situation actuelle de la Place de la Bastille, première modélisation mésoscopique de la Ville de Paris, ainsi que des exemples fictifs mais concrets d'application du modèle mésoscopique pour l'évaluation de situations prospectives, étant donné que la situation projetée est encore confidentielle. Finalement, une réflexion est menée sur les différentes applications du modèle mésoscopique, soulignant les avantages et limitations pour chaque cas.

## 2. Le choix du modèle mésoscopique

La Section Études et Exploitation (SEE) de la Mairie de Paris dispose, depuis plusieurs années, d'un modèle macroscopique statique Aimsun de Paris intramuros. Ce modèle, calibré sur la base des points de comptages automatiques datant d'octobre 2013, permet d'évaluer les reports de trafic des différents projets (modification de l'offre ou évolution de la demande) que la Mairie de Paris souhaite réaliser dans la Ville de Paris.

En effet, l'affectation à l'équilibre statique macroscopique est utilisée pour estimer les problématiques de planification à long terme et se caractérise par une modélisation de la demande comme un flux constant en écoulement même si elle est supérieure à l'offre (des outils existent pour contraindre le flux à la capacité de l'infrastructure). Ainsi, la principale faiblesse de ce modèle est qu'il ne permet pas d'analyser les aspects dynamiques du trafic, comme la congestion et surtout sa propagation.

Les phénomènes dynamiques de l'offre et de la demande sont par contre considérés dans les modèles dynamiques, comme le modèle microscopique qui est caractérisé par une représentation individuelle des véhicules dont le comportement est réévalué à intervalle régulier (pas de simulation). De plus, il permet de déterminer l'évolution des itinéraires empruntés par les véhicules en fonction du niveau de congestion sur le réseau. Néanmoins, ce type de modèle nécessite un niveau de détail assez fin, ainsi que l'ajustement de nombreux paramètres pour le calibrer et impose des temps de calcul importants. C'est pour cela qu'il n'est pas envisageable de développer ce type de modèle à l'échelle d'une ville comme Paris.

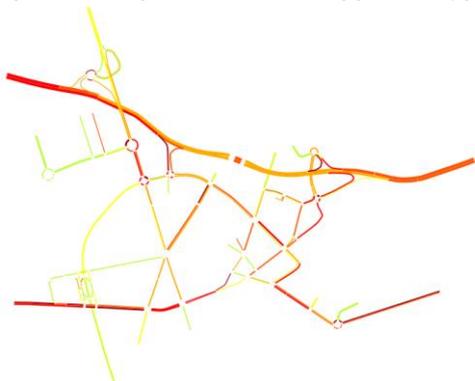


Figure 2. Volume affecté par une affectation macroscopique

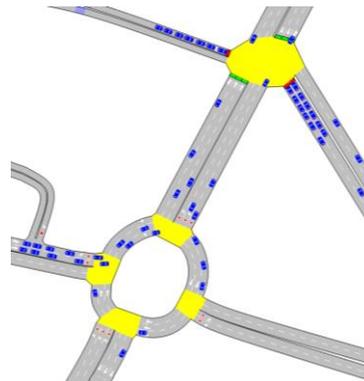


Figure 3. Simulation microscopique animée

Ces éléments ont été autant de motivations pour la SEE pour développer, dans un premier temps le modèle mésoscopique de la place de la Bastille et plus tard de la Ville de Paris. Ce modèle permet en effet de répondre à divers besoins, tels que la représentation des reports de trafic sur l'ensemble de la zone d'influence, ainsi que l'évaluation de l'évolution de la congestion sur la base des aspects dynamiques de l'offre et de la demande. De plus, il permet d'obtenir une distribution du trafic à l'équilibre dynamique (voir chapitre suivant) entre les différents itinéraires concurrentiels avec un temps de calcul acceptable et un processus de calibration simplifié.

Le paragraphe suivant décrit brièvement le modèle mésoscopique développé dans le logiciel Aimsun.

### ***Le modèle mésoscopique***

Le modèle mésoscopique, comme le modèle microscopique, a un caractère dynamique et est basé sur le mouvement individuel des véhicules. Néanmoins, à la différence de celui-ci, les modèles de comportement sont simplifiés et le calcul de la vitesse et du temps de parcours de chaque véhicule est déterminé par des événements (entrée/sortie de section, feux,

changement de matrice, etc.), et non pas à chaque pas de simulation. Ce mode de calcul impose une disponibilité de données dynamiques des véhicules par section et ne permet pas la représentation graphique individuelle des véhicules. Toutefois, cela permet de réduire fortement les temps de calcul et rend l'approche mésoscopique idéale pour la modélisation dynamique de réseaux de grande taille.

- **Simplification des modèles de comportement**

Loi de poursuite : Le modèle de Gibbs est simplifié pour ne pas tenir compte de l'accélération ni de la décélération des véhicules. Cet effet peut être compensé par une augmentation du temps de réaction.

Le modèle permet de calculer la vitesse désirée du véhicule sur la section, qui correspond à la vitesse à flux libre et permet d'en déduire le temps de parcours :

$$V(n, s) = \min\{V_{lim}(s) \cdot \theta(n); V_{max}(n)\}$$

Où :

- $V(n,s)$  est la vitesse désirée du véhicule  $n$  sur la section  $s$
- $V_{lim}(s)$  est la vitesse limite sur la section  $s$
- $\Theta(n)$  est le degré d'acceptation de vitesse du véhicule  $n$
- $V_{max}(n)$  est la vitesse maximale désirée du véhicule  $n$

Selon les conditions de circulation et les événements sur la section, un retard est ajouté à ce temps de parcours.

Changement de voies : La possibilité de réaliser un changement de voie est évaluée à l'entrée de chaque section et va dépendre des conditions de circulation des voies (densité, véhicule lent, présence d'un bus, etc.) et de l'anticipation d'un mouvement tournant. A chaque changement de voie effectué par les véhicules, un retard est ajouté au temps à flux libre nécessaire pour parcourir la section.

Acceptation des créneaux : Au niveau d'un cédez-le-passage, les véhicules ne s'insèrent que s'ils disposent d'un intervalle de temps suffisant pour ne pas entrer en collision avec les véhicules du flux principal. Ce temps est représenté par une marge de sécurité qui peut diminuer après un certain temps d'attente pour représenter l'impatience des conducteurs.

- **Affectation du trafic**

Comme dans le modèle microscopique, il existe la possibilité d'affecter le trafic à partir du choix d'itinéraire stochastique pour lequel on définit un cycle de calcul des coûts de différentes alternatives. A la fin de chaque cycle, les coûts sont recalculés sur la base des temps de parcours observés pendant le dernier cycle. Un modèle de choix discret permet de distribuer les véhicules sur les différents itinéraires.

Cependant, il existe la possibilité d'obtenir une répartition des chemins à l'équilibre dynamique. Ceci est possible grâce à l'équilibre dynamique de l'utilisateur (DUE) qui, à partir d'une méthode convergente, réalise  $n$  simulations. A chaque itération, l'algorithme prend en compte les coûts des itinéraires des itérations précédentes pour trouver une nouvelle répartition de la demande jusqu'à obtenir une distribution des chemins en équilibre (où aucun conducteur ne peut améliorer son temps de parcours). Plus tard, il est possible de reproduire cette répartition dans une simulation unique mésoscopique ou microscopique (itinéraires issus du DUE et écoulement des véhicules suivant le modèle microscopique ou mésoscopique).

### 3. Le modèle de Bastille et ses spécificités

Le modèle développé pour l'étude Bastille compte :

- 2 334 sections ;
- 810 nœuds ;
- 130 centroïdes ;
- 315 carrefours à feux ;
- 27 lignes de transport en commun ;
- 149 points de comptages du réseau de boucle du système SURF.

Nous avons modélisé le comportement de trois types de véhicules (véhicules légers, poids-lourds et taxis) avec des caractéristiques dynamiques et statiques différentes, ainsi que les lignes de transport en commun de surface (bus et tramway).

Le réseau du modèle est issu du réseau du modèle macroscopique, lui-même issu du réseau de Modus, modèle macroscopique de transport de la DRIEA-IF. Les sections du réseau macro contiennent essentiellement des attributs définissant vitesse, capacité et longueur des arcs, données suffisantes pour la mise en œuvre des principes et algorithmes de modélisation macro. Les nœuds en macro, quant à eux, définissent les mouvements possibles entre les arcs et éventuellement des pénalités à prendre en compte, mais de façon basique. Pour devenir un réseau méso, ces éléments ont été intégrés et ont fait l'objet de compléments de codage portant sur :

- Le nombre de voies ;
- La typologie des voies (voie de circulation générale, voies bus, arrêts de bus...) ;
- La définition des voies utilisées pour les mouvements tournants (voies de présélection en amont d'une intersection, voies de sorties accessibles...) ;
- L'importation des plans de feux de la Ville de Paris ;
- La correspondance lignes de feux / mouvements tournants dans les nœuds.

Seule l'importation des plans de feux et des lignes de transport en commun (données GTFS) a été possible de manière automatique, en créant un algorithme capable de lire les informations des documents de la Ville de Paris sur les lignes de feux et leurs caractéristiques (temps), et de les traduire en langage « Aimsun ». Afin de produire un modèle réaliste, les autres actions ont été réalisées manuellement. On citera par exemple qu'aucun carrefour ne possède de configuration simple et reproductible ou que la voirie parisienne a la particularité de ne définir que très rarement les voies et leurs affectations. Tout cela rend indispensable l'expertise éclairée du modélisateur, pour traduire toute la complexité et toutes les spécificités du réseau parisien de voiries.

La demande de trafic pour le modèle méso a été créée également à partir de la demande utilisée dans le modèle macro. Une sous-matrice ne prenant en compte que le périmètre d'étude a été construite sur la base d'affectations statiques. Cependant, cette dernière est une demande plate (constante), représentant une heure de pointe moyenne de semaine (matin ou soir). Cette échelle de temps est pertinente en macro, mais insuffisante en méso, où 3 heures consécutives sont nécessaires avec une différenciation par pas de 15 minutes et par type de véhicule. Il a donc fallu réaliser un profilage de la demande de trafic. Pour cela, nous avons étudié des données SURF de comptages de trafic en section, fournies par la Ville de Paris, sur deux périodes de trois heures (7h00-10h00 le matin, 17h00-20h00 le soir), par tranches de 15 minutes. Les matrices de demande ont par la suite été ajustées aux profils issus de ces données de comptages, conduisant à la création de 96 matrices OD : 24 matrices par type de véhicules couvrant l'HPM et l'HPS et 8 matrices de pré-chargement par type de véhicules pour l'heure

précédant les deux périodes de modélisation. Chaque matrice contient une demande d'un quart d'heure.

Enfin, un travail de préparation des données à utiliser pour le calage sur la base des temps de parcours a dû être réalisé. La Ville de Paris a développé dans les années 1980 un indicateur de trafic assimilable à une vitesse moyenne sur un itinéraire (méthode BRP). Cet indicateur résulte du traitement de données de comptages et de taux d'occupation. Il ne provient pas de mesures directes et réelles. Sur cette base, les valeurs BRP se sont révélées inutilisables pour le calage du modèle, car trop éloignées de ce que le modèle produit comme indicateur.

Le choix a alors été fait, en concertation avec la Ville de Paris, d'utiliser des données FCD (*Floating Car Data*) pour constituer un ensemble de référence de temps de parcours sur des itinéraires et un ensemble de vitesse moyennes. Le modèle produit des données de sortie qui peuvent être transformées en données comparables aux données FCD traitées.

#### 4. Calibration et résultats de la situation actuelle

La calibration et la validation du modèle ont été réalisées à partir des points de comptages automatiques SURF et des temps de parcours issus de données « *Floating car data* » (FCD) de certains itinéraires situés dans la zone d'étude. Toutes les données ont été fournies par la Section Etudes et Exploitation (SEE) de la Mairie de Paris.

Le point de départ étant le modèle macroscopique de toute la région d'Ile-de-France, un processus de « dynamisation » de la matrice a été nécessaire comme première étape :

- profilage à 15 minutes des matrices transversales, en prenant en compte les temps de parcours, pour déterminer les générations des véhicules dans le bon intervalle de temps (matrice de la demande),
- ajout de coûts et de capacités aux mouvements tournants pour considérer les contraintes de temps de vert et des cédez-le-passage au niveau macroscopique statique,
- affinement des détails géométriques de l'infrastructure.

Les chemins en équilibre statique issus du modèle macroscopique ont été utilisés comme solution initiale pour le DUE (Equilibre Dynamique de l'Usager) lors des simulations dynamiques mésoscopiques. Le calage des paramètres dynamiques, comme le temps de réaction, les distances de visibilité et les densités de congestion ont été déterminées aux niveaux global, puis local, pour finalement obtenir une bonne validation en termes de volumes, congestions, temps de parcours et distribution des flux entre les différents choix d'itinéraires possibles.

- **Points de comptage**

Une base de données pour la période de pointe du matin a été définie à partir des points de comptage SURF datés d'octobre et novembre 2014 et situés dans la zone d'étude. Cette base de données est constituée de 149 points de comptage. Les valeurs de comptage ont été relevées toutes les 3 minutes et agrégées toutes les 15 minutes sur une période de 3h (7h-10h et 17h-20h). Comme le modèle vise à reproduire la situation actuelle pour un jour moyen de trafic, seules les données de trafic des mardis et jeudis non fériés ont été considérées.

La validation a été basée sur l'indicateur GEH qui représente par une valeur la distance entre la valeur simulée et la valeur observée pour chaque point de comptage individuel :

$$GEH = \sqrt{\frac{2 * (Sim - Réel)^2}{(Sim + Réel)}}$$

Cet indicateur est considéré bon s'il est en dessous de 5. On considère qu'un seuil de 75% des GEH en-dessous de 5 est suffisant pour que le modèle soit validé, même si le seuil de 80% des GEH en-dessous de 6 a aussi été atteint. Au niveau global, on vise une valeur de R<sup>2</sup> proche de 1 (0,996) et une pente de la courbe de régression proche de 1 (1,101) également. Ci-dessous, la courbe de régression linéaire entre les valeurs simulées et observées pour les 149 points de comptages pour la période de pointe du matin (PPM) :

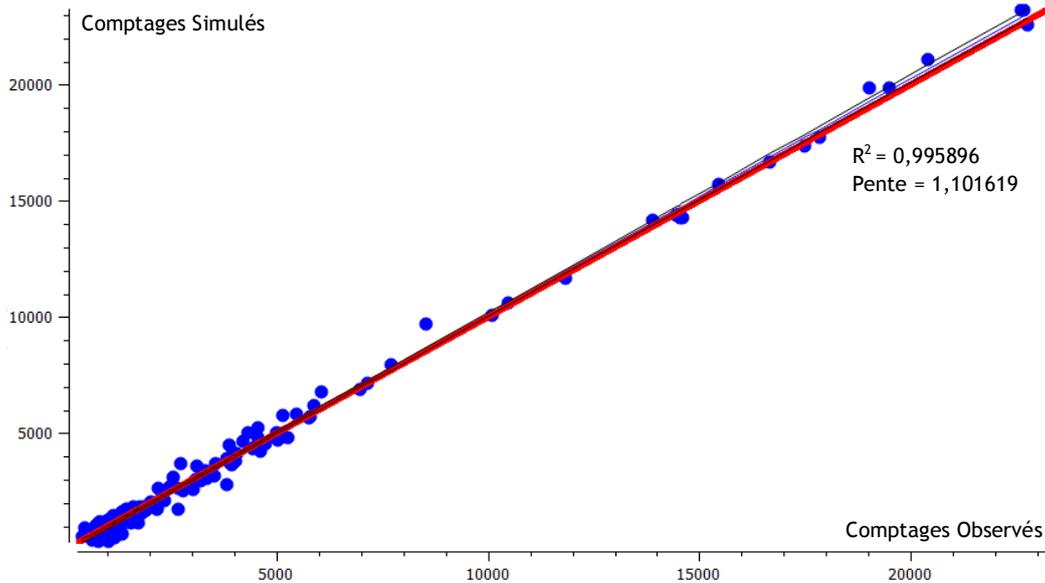


Figure 4. Droite de régression pour la période de 3h, PPM.

Critère	7h - 10h	7h - 8h	8h - 9h	9h - 10h
GEH < 5	81%	78%	76%	75%
GEH < 6	88%	84%	83%	81%

Tableau 1. Résultats du GEH agrégés pour les 3h et pour chaque heure de simulation, PPM.

- **Temps de parcours**

Des données sur les vitesses FCD ont été mises à disposition pour la validation du modèle. Ces données étant disponibles pour un pas de 15 minutes et sur certaines sections du modèle, cela a permis la reconstitution d'itinéraires sur la zone d'étude. Une base de données de 15 itinéraires a été créée, dont 10 constituent les entrées et sorties de la Place de la Bastille. Pour les résultats des temps de parcours, une double analyse quantitative et qualitative a été menée. En effet, pour valider le modèle, on vise des différences de temps de parcours qui ne soient pas supérieures à 20% entre les données simulées et les données recueillies. De plus, pour bien s'assurer d'avoir des évolutions temporelles correctes, une analyse qualitative des séries temporelles a été réalisée.

Un échantillon des résultats de temps de parcours des itinéraires obtenus peut être observé ci-dessous :

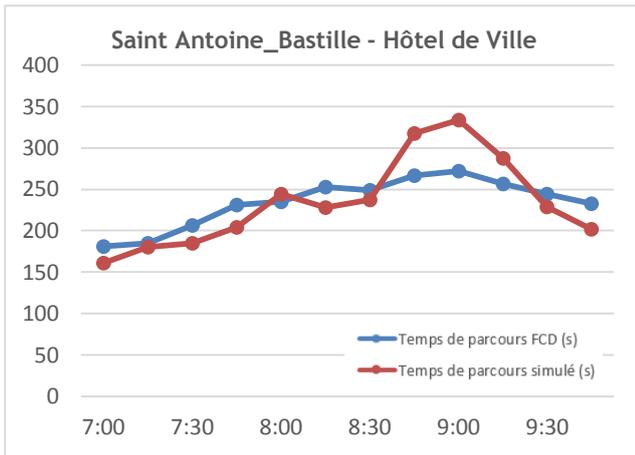


Figure 5. Comparaison des temps de parcours de la rue Saint Antoine entre Bastille et Hôtel de Ville.

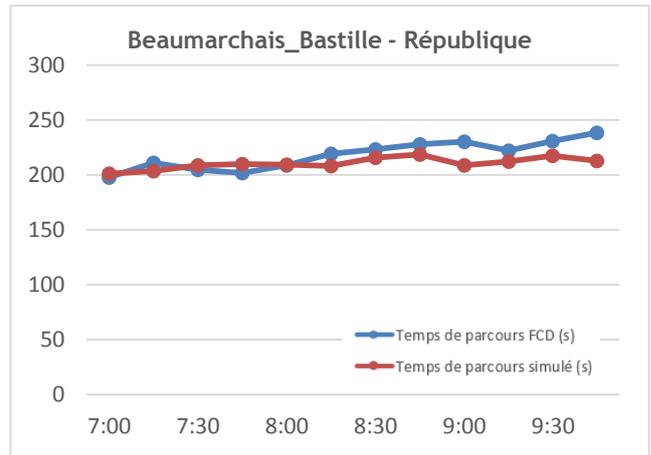


Figure 6. Comparaison des temps de parcours du Bd. Beaumarchais entre Bastille et République.

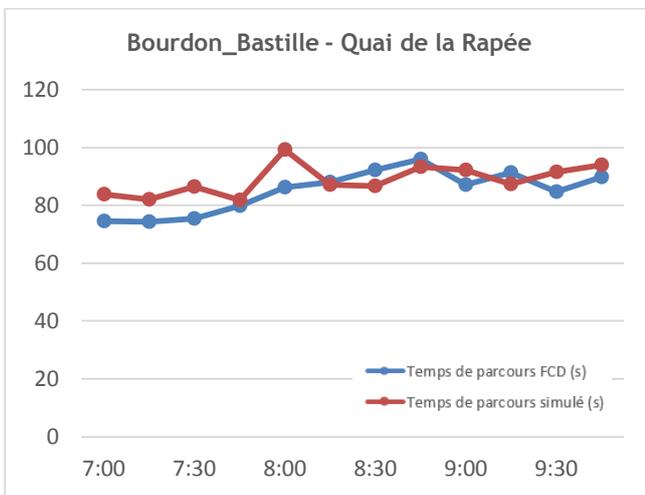


Figure 7. Comparaison des temps de parcours de la rue Saint Antoine entre Bastille et Hôtel de Ville.

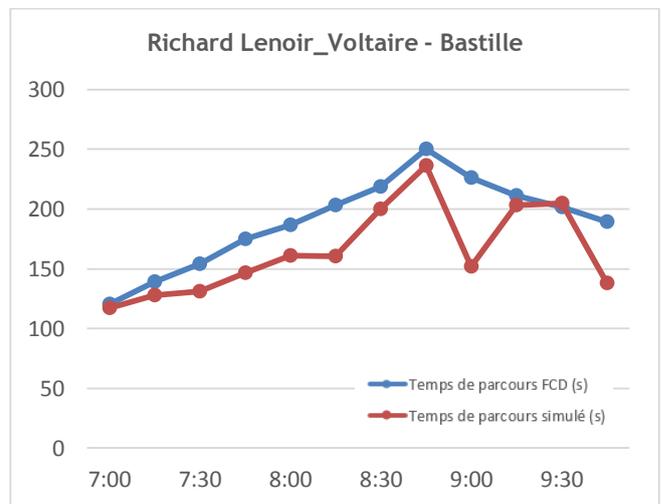


Figure 8. Comparaison des temps de parcours du Bd. Beaumarchais entre Bastille et République.

## 5. Applications et résultats des scénarios

L'intérêt principal du calage de la situation actuelle et d'obtenir une bonne validation est d'obtenir un modèle capable de tester des scénarios prospectifs de façon fiable. Ce chapitre vise à catégoriser et expliquer les différents types de scénarios envisageables avec ces types de modèles, à détailler la méthodologie la plus pertinente et à représenter les différents cas par des exemples concrets. Pour des raisons de confidentialité, il ne sera pas possible de montrer de résultats de scénarios projets réels testés pour le nouvel aménagement de la place de la Bastille, ainsi des cas d'études fictifs (mais réalistes) sont envisagés. Deux grands types de scénarios se distinguent, pour lesquels la méthodologie de travail varie : les scénarios opérationnels et les scénarios de planification.

### 1) Scénarios Opérationnels

Ce type de scénario consiste à modéliser les impacts d'évènements ponctuels, d'incidents qui ont lieu pendant une période de temps suffisamment courte pour que les usagers ne s'y habituent pas. C'est le cas, par exemple, d'accidents, de manifestations, de travaux, de fermetures de voies momentanées ou d'évènements sportifs. Dans ce cas, on cherche à

reproduire l'équilibre d'itinéraires trouvé dans la situation actuelle avec une finalité opérationnelle. Cela permet d'analyser les impacts de ces incidents sur la circulation.

Vu que l'objectif est d'obtenir des résultats qui montrent les impacts de ce type d'évènement sur le réseau de transport actuel, la méthodologie consiste à garder l'affectation des chemins issus du calage, et à introduire ces nouvelles perturbations sans réaliser un nouvel Equilibre Dynamique de l'Usager (DUE). Les modèles en équilibre (processus itératifs) modélisent un apprentissage de l'utilisateur qui prend connaissance du réseau, ce qui ne correspond pas aux comportements des utilisateurs dans ce genre de situations ponctuelles.

Pour atténuer les conséquences de ces incidents, il est également possible de définir un pourcentage de véhicules qui va utiliser le choix d'itinéraires stochastiques (calcul et attribution de nouveaux chemins durant la simulation). En effet, le logiciel Aimsun permet de définir un certain pourcentage de véhicules qui vont être plus réactifs à ces évènements imprévus, représentant les usagers qui auront des informations sur l'état du réseau pré-voyage ou pendant le voyage, et vont donc essayer de trouver de nouvelles et meilleures alternatives. Une autre option pour gérer ces impacts est d'introduire des mesures ou politiques de gestion de trafic (déviation du trafic, changement d'un plan de feux, désactivation d'une voie réservée, etc.). Ces options permettent aussi d'utiliser le modèle comme outil d'aide à la décision pour la génération de plans de réponses de gestion de trafic, par exemple dans des plateformes aéroportuaires ou dans des zones avec des enjeux importants.

Pour illustrer cela, un exemple de fermeture de la rue de Rivoli pendant 20 minutes a été développé. Il découle de cet exemple trois expériences décrites ci-dessous.

Accident sur la rue de Rivoli au niveau de Saint Paul : L'accident se déroule entre 7h20 et 8h. Pendant les 20 premières minutes, les trois voies de circulation restent fermées, puis une voie de circulation est libérée.

- i. Reproduction des itinéraires issus de l'équilibre de la situation actuelle avec introduction de cet accident sur la rue de Rivoli.
- ii. Reproduction des itinéraires issus de l'équilibre de la situation actuelle avec introduction de cet accident sur la rue de Rivoli et ajout d'actions de gestion de trafic.
- iii. Introduction de cet accident sur la rue de Rivoli et nouvel équilibre DUE (méthodologie incorrecte dans ce cas)

Les images ci-dessous montrent l'effet de l'accident sur la circulation dans le cas (i). Les véhicules suivent les mêmes chemins que ceux obtenus lors de la situation actuelle, donc ils ne sont pas au courant de cet évènement exceptionnel. Le blocage sur la rue de Rivoli provoque une augmentation de la densité et une propagation des retards jusqu'au cours de Vincennes.

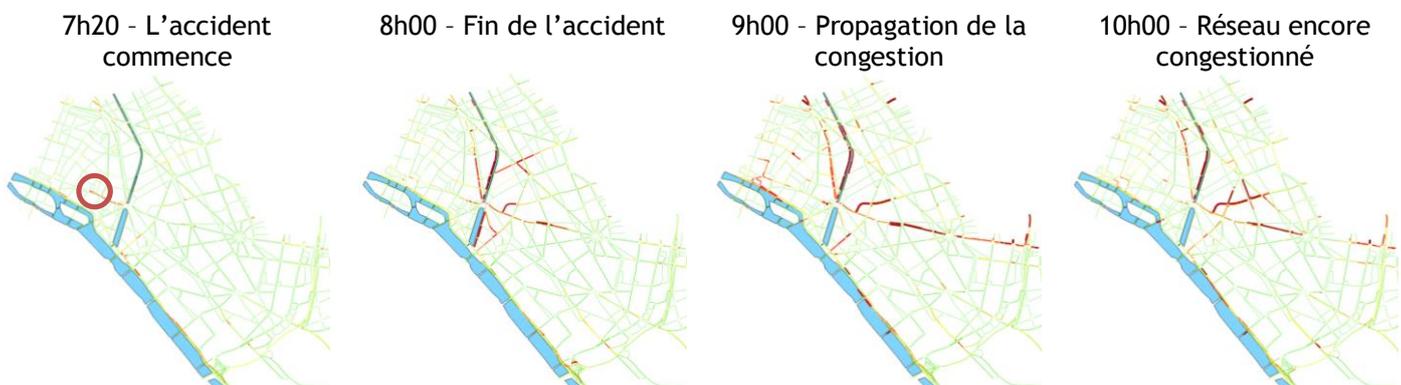


Figure 9. Evolution de la congestion sur le réseau à cause de l'accident - cas (i).

Le graphique ci-dessous montre l'évolution du retard de la situation base et pour les scénarios « i » et « iii ». On voit clairement que le retard augmente pour la situation avec accident (bleue : cas (i)), où l'on reproduit la distribution d'itinéraires de la situation actuelle. Cela est logique, car l'accident bloque un axe très utilisé pendant un période de temps considérable et ne permet pas d'écouler le trafic. Par contre, la situation qui cherche un nouvel équilibre en prenant en compte l'accident (jaune : cas (iii)), présente un retard très semblable à celui de la situation actuelle (rouge). Cette situation n'est pas réaliste, car cela voudrait dire que tous les usagers du réseau étaient informés de l'accident au moment où il s'est produit et que par lui-même le système arriverait spontanément à trouver une affectation de chemins optimums avec cette nouvelle contrainte dans l'offre.

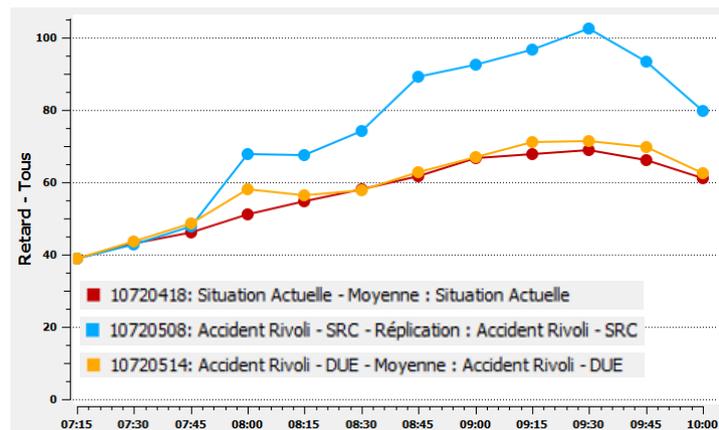


Figure 10. Retards simulés.

Ainsi, pour obtenir de bons résultats pour des projets opérationnels, il n'est pas envisageable d'obtenir un nouvel équilibre des chemins, car il nous amène à des résultats peu réalistes. Il vaut mieux reproduire le même équilibre obtenu dans la situation actuelle.

## 2) Scénarios de Planification

Ce deuxième type de scénario a pour objectif d'analyser le comportement des usagers suite aux modifications permanentes du modèle (de l'offre ou de la demande), telles que la création d'un nouvel aménagement, d'un pôle d'attraction et génération, ou encore de la diminution ou l'augmentation de la demande globale ou locale (certaines paires OD<sup>1</sup>).

Dans ce cas, le modèle est utilisé comme outil de planification pour examiner les reports de trafic et les évolutions de la congestion, obtenus à partir du nouvel équilibre dynamique des usagers, une fois que les conducteurs seront habitués à ces changements.

Cas hypothétique de modification de l'offre : Piétonisation de l'avenue Ledru Rollin entre la place Léon Blum et la rue du Faubourg Saint Antoine et création d'une voie bus sur le boulevard Voltaire entre la place de la République et la place de la Nation. Cette dernière modification entraîne une extension de la capacité de la voie pour les tronçons qui originellement ne disposaient que d'une voie. Scénario de planification : recherche d'un nouvel équilibre dynamique des chemins(\*).

<sup>1</sup> OD : Origine-Destination

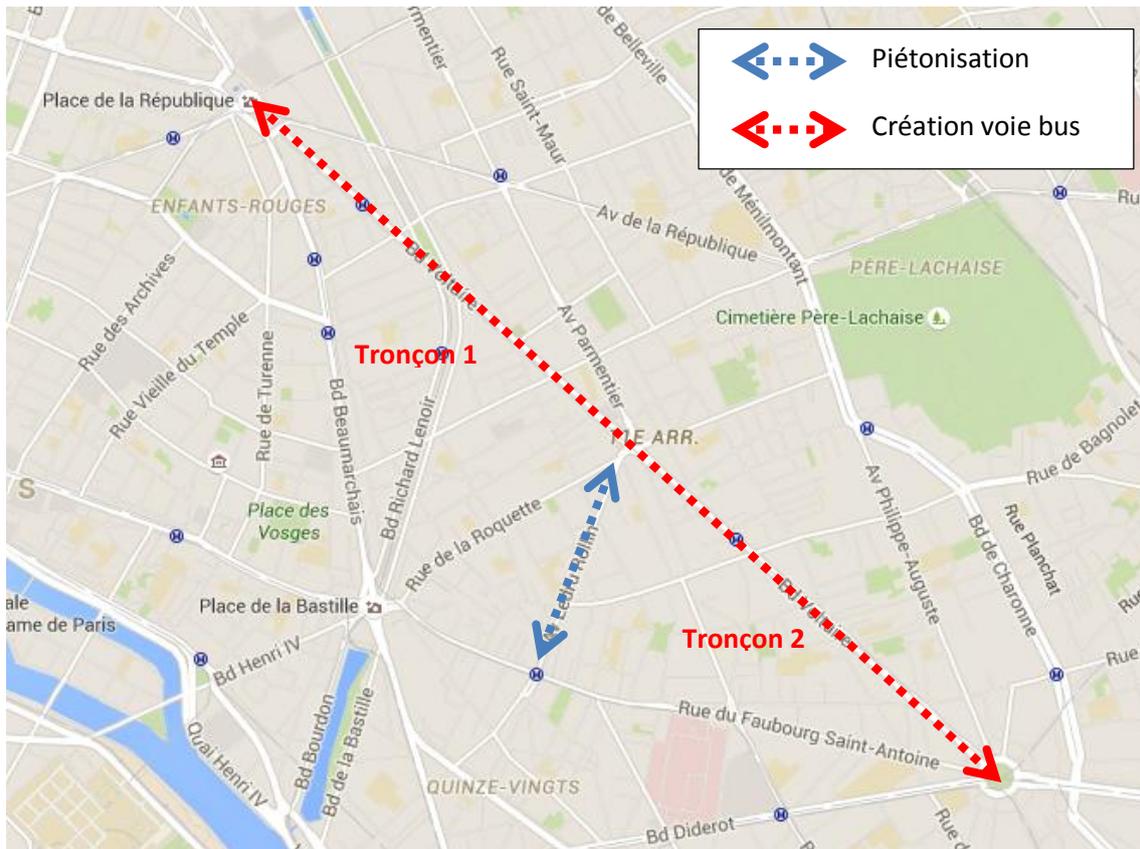


Figure 11 : Hypothèses du cas fictif étudié

Ce projet prend en compte un nouvel aménagement du boulevard Voltaire et de l'avenue Ledru Rollin, donc une modification permanente de l'offre pour laquelle les usagers du réseau vont s'adapter en cherchant de nouveaux itinéraires.

L'image ci-dessous montre les différences de débit entre les deux situations. Il est possible d'observer une importante diminution du débit sur l'avenue Ledru Rollin et une augmentation sur les axes alentours. En effet, comme il n'existe pas une unique alternative majoritaire à la fermeture de cet axe, le trafic se reporte sur plusieurs alternatives. Les courbes des retards montrent que l'itinéraire du Boulevard Beaumarchais subit une forte augmentation du temps de parcours, surtout vers 9h, quand les niveaux de congestion sont plus élevés, tandis que les retards dans l'axe bloqué diminuent, suite à la réservation aux bus et taxis de cette voie.

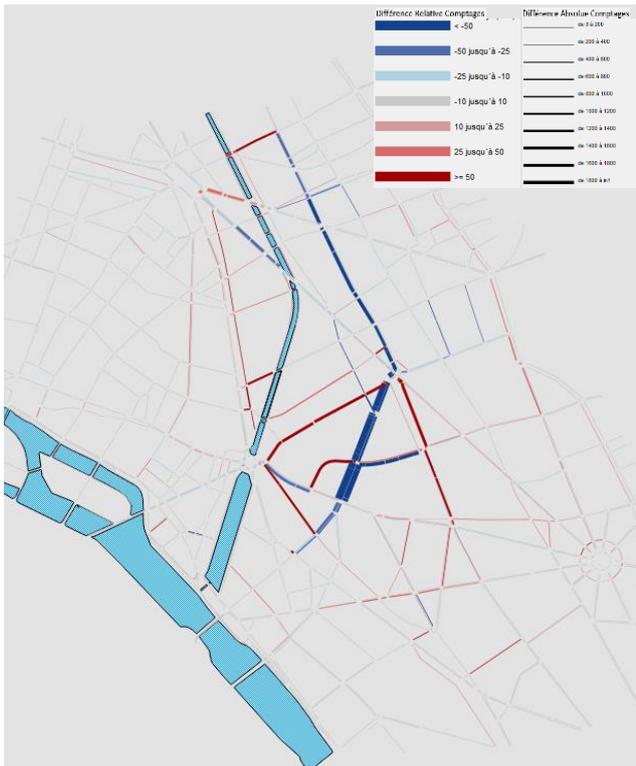


Figure 12. Différence de débits Sit. Actuelle vs. Scénario

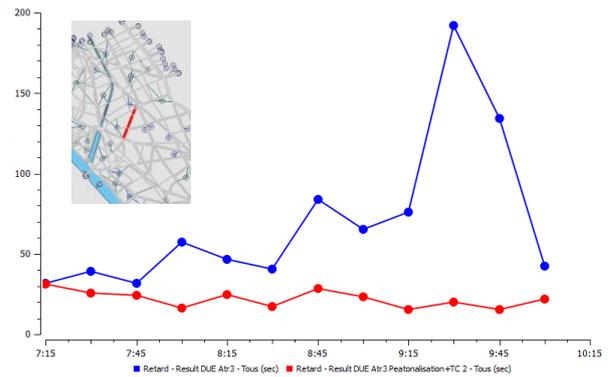


Figure 13. Différence des retards pour l'itinéraire Ledru Rollin direction sud Sit. **Actuelle** vs. **Scénario**

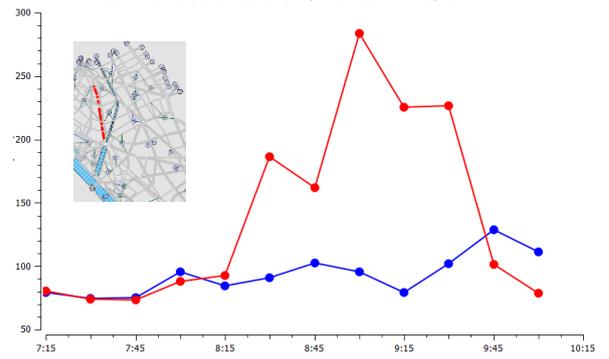


Figure 14. Différence des retards pour l'itinéraire Beaumarchais direction sud Sit. **Actuelle** vs. **Scénario**

Par contre, le Boulevard Voltaire semble subir une faible diminution de trafic sur le tronçon 1, tandis que sur le tronçon 2, le trafic semble augmenter, mais aussi de façon faible. Les courbes de retard pour cet axe (ci-dessous), montrent que les aménagements sur cet axe n'ont pas eu un impact significatif sur les temps de parcours.

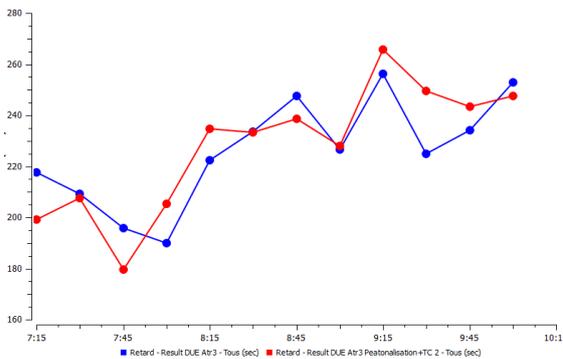


Figure 15. Différence des retards pour l'itinéraire bd. Voltaire direction sud Sit. **Actuelle** vs. **Scénario**

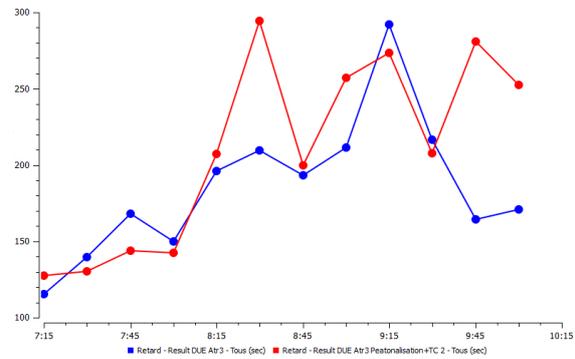


Figure 16. Différence des retards pour l'itinéraire bd. Voltaire direction nord Sit. **Actuelle** vs. **Scénario**

## 6. Conclusions

Cet article a présenté un modèle mésoscopique des arrondissements 3, 4, 11 et 12 de la ville de Paris, un modèle dynamique validé et apte pour la réalisation de scénarios prospectifs de différentes typologies. Les données d'entrée du modèle sont très détaillées : demande de 3 heures profilée toutes les 15 minutes pour chaque période de pointe, lignes et horaires de TC importées de données GTFS (Google Transit), diagrammes de feux et phasages importés des données du système SURF de la ville de Paris et détail de l'infrastructure défini manuellement. Les données de sortie du modèle ont été validées quantitativement et qualitativement en termes de comptages, temps de parcours et affectation de chemins.

De plus, différents types d'applications évaluables grâce à ces modèles dynamiques à grande échelle ont été abordés. Deux grandes familles de scénarios ont été déterminées : les scénarios opérationnels et les scénarios de planification.

Le premier a pour objectif de reproduire les impacts d'évènements ponctuels tels que : accidents, manifestations, travaux, fermetures de voies momentanées ou évènements sportifs. En gardant l'affectation des chemins issus de la situation actuelle, et non pas en calculant une nouvelle affectation, le logiciel Aimsun permet d'introduire plusieurs types de perturbations dans le modèle de façon ponctuelle ou permanente. Il est aussi possible d'utiliser un certain pourcentage des chemins habituels des usagers et de donner un certain degré de liberté à d'autres usagers pour représenter leur réactivité face à ces évènements inattendus. Aimsun permet aussi d'introduire des politiques de gestion du trafic et donc de concevoir et tester des plans de gestion de trafic pour des évènements relativement récurrents (congestions, manifestations) ou exceptionnels (alertes, évacuations).

Le deuxième type de scénario, le scénario de planification, correspond plus à l'outil classique d'évaluation des impacts suite aux modifications permanentes de l'offre (aménagement) ou de la demande (nouvelle zone de développement). Il s'agit donc d'un modèle analogue au modèle statique classique, mais amélioré pour prendre en compte les aspects dynamiques d'entrée (demande profilée, diagrammes de feux, horaires des TC) et ceux de sortie (évolution temporelle des résultats, temps de parcours fiables).

L'évolutivité du modèle actuel permet aussi de le développer pour l'étendre à l'échelle de Paris intra-muros. L'intérêt principal est de disposer d'un modèle qui permet d'obtenir les impacts de différentes modifications de l'offre et de la demande sur l'ensemble de la ville. Ce modèle pourrait encore être complété afin de se connecter aux données du centre de contrôle de la ville pour « surveiller » le trafic en temps réel et utiliser les options de simulation d'évènements non récurrents et de politiques de gestions de trafic comme outil d'aide à la décision en temps réel.

## Joan Roca - Chef de projets - TSS Transport Simulation Systems



Joan a 6 ans d'expérience en planification des transports, principalement dans le domaine de la modélisation et élaboration de PDU. Joan a rejoint TSS en 2011 comme Ingénieur Projet et a participé activement dans de nombreux projets en particulier en France, mais aussi dans le reste de l'Europe, aux USA et en Australie.

Joan est devenu un expert dans la modélisation des réseaux à grande et moyenne échelle (microscopique, mésoscopique et macroscopique), en France comme en Australie Joan a acquis une renommée auprès de divers BE dans la modélisation mésoscopique et par conséquent sur divers projets il a été sollicité en tant qu'expert en modélisation

dynamique sous Aimsun.

En particulier, il travaille activement dans le sur le marché à bons de commande avec la Ville de Paris pour la réalisation de simulations macroscopiques, microscopiques et mésoscopiques de trafic. Il intervient en tant qu'expert pour la construction du modèle mésoscopique de la Ville de Paris.

## Matthieu Jacquart - Responsable d'études - Systra Direction du Conseil



Matthieu, Ingénieur des Travaux Publics de l'Etat (2006), a suivi une formation généraliste sur l'aménagement et la gestion du territoire et la construction routière. Il s'est spécialisé dans l'ingénierie des transports, les études de modélisation du trafic routier et de dimensionnement de carrefours, notamment dans le contexte de l'insertion de TCSP et a obtenu un Master of Science in Transport Planning and Engineering à la Napier University (Edimbourg, Royaume-Uni, 2006).

Il intervient en tant que chef de projet ou expert sur de nombreuses études de fonctionnement/optimisation des infrastructures routières, par des préconisations d'organisation du réseau et de conception générale des points d'échanges, en lien avec la requalification d'infrastructures, le développement de ZAC ou bien l'insertion de TCSP. Il témoigne d'une bonne expérience du terrain en milieu urbain dense et fortement contraint, en particulier en Ile-de-France.

En particulier, il est actuellement responsable du marché à bons de commande avec la Ville de Paris pour la réalisation de simulations macroscopiques, microscopiques et mésoscopiques de trafic. Il intervient en tant que directeur de projet pour la construction du modèle mésoscopique de la Ville de Paris.

Il intervient régulièrement dans la conception, l'organisation, l'encadrement, le traitement et l'exploitation d'enquêtes : enquête de circulation, enquêtes comportementales en gare, dans les trains ou par téléphone.

Depuis octobre 2015, il est en charge de la cellule staffing/affectation des ressources de la Direction Conseil (120 personnes).