OUTIL DE PRÉDICTION ET D'AIDE À LA DÉCISION POUR LA GESTION DYNAMIQUE DU TRAFIC EN TEMPS RÉEL POUR LA VILLE DE LYON
LE PROJET OPTICITIES DE LA MÉTROPOLE DE LYON

Dr EMMANUEL BERT
Consultant sénior, TSS - Transport Simulation Systems (TSS)

Le projet européen Opticities a pour but de développer et de tester des outils ITS particulièrement innovants dans le contexte urbain : outils de collecte de données innovants, régulation de trafic multimodale en temps réel, information multimodale en temps réel, outils stratégiques d'aide à la décision.

L'une des actions d'Opticities concerne l'intégration de la prédiction de trafic à une heure dans les outils de régulation de trafic de la métropole de Lyon et de la ville de Birmingham. La société SPIE, responsable du développement du système de régulation du trafic de la métropole de Lyon, et TSS (Transport Simulation Systems) sont partenaires du projet Opticities pour cette action.

Le PC routier de la métropole de Lyon, développé par SPIE et appelé CRITER, est l'un des outils de la stratégie de mobilité de la métropole de Lyon. Il permet de gérer en temps réel le trafic routier sur les 3 000 km de voirie de l'agglomération, par la programmation des carrefours à feux au plus près de la situation réelle.

LA NÉCESSITÉ DE LA PRÉDICTION À LA PLACE DE LA RÉACTIVITÉ…

Les différents moyens de collecte de données permettent de détecter avec de plus en plus d'efficacité les situations de trafic anormales. Cependant, en général, l'opérateur est averti trop tard pour permettre une action efficace sur le trafic. Avec Opticities, il s'agit de passer d'une gestion réactive en fonction des situations en temps réel à une gestion proactive en fonction de prédiction de trafic à une heure. Le système doit avoir toujours plusieurs coups d'avance pour pouvoir anticiper et réagir face à des congestions. D'un point de vue stratégique, l'objectif est d'éviter ou de lisser la congestion, et donc de mieux utiliser la capacité de la voirie dans le temps, l'espace public étant la denrée rare par excellence en milieu urbain. Sur cette base, TSS et SPIE dans le cadre d'Opticities travaillent à construire des outils visant à proposer aux opérateurs de trafic le meilleur scénario de plans de feux pour retarder la congestion à venir ou limiter son impact.

DES PRÉDICTIONS POUR DE MEILLEURES DÉCISIONS

Optimiser le fonctionnement des carrefours à feux est nécessaire et peut procurer des marges de capacité appréciables. Les outils classiques (diagnostic, nouvelles programmations des carrefours à feux, implantation) sont longs à implémenter. En effet, dès qu'un problème de fonctionnement est détecté (par caméra ou boucle de comptage), il faut diagnostiquer le problème, modifier le plan de feux en conséquence puis l'implémenter dans le carrefour à feux.

Dans le cadre d'Opticities, TSS implémente et teste un outil permettant de simuler différents plans de feux afin de répondre à une situation de congestion prévue à 1 h. Cet outil propose aux exploitants dans un délai court le plan de feux le plus adapté, les opérateurs utilisent un catalogue d'actions disponibles pour chaque carrefour à feux.

Par ailleurs, il est difficile pour un opérateur de mesurer rapidement et sur une grande échelle l'impact des changements de fonctionnement des feux. En effet, l'opérateur connaît parfaitement l'impact de ce nouveau fonctionnement localement (privilégier l'axe principal, l'axe secondaire…), mais il est très difficile de concevoir l'impact de ce changement sur les carrefours voisins (nous pensons ici à une vingtaine de carrefours), sur un axe, une zone.

Le système développé permettra à l'opérateur de visualiser l'impact de ses actions à l'échelle locale, mais aussi globale. Pour réagir rapidement, il est essentiel que l'ergonomie de l'outil soit adaptée. Malgré la complexité des algorithmes et du système, il faut fournir à l'opérateur de manière simple toutes les informations lui permettant de prendre la bonne

décision, en fonction d'indicateurs de performances préalablement définis (globaux et locaux). Ceux-ci qualifient rapidement et sans ambiguïté le résultat des différents scénarios, l'envoi sur le terrain des commandes testées en simulation en un clic de souris.

Cinq indicateurs de performance des scénarios ont été choisis en collaboration avec la métropole de Lyon : la fluidité globale, la congestion dynamique, le respect de la hiérarchie du réseau, le confort pour les piétons et les temps de vert utiles. L'opérateur peut ainsi être alerté sur des points de congestion stratégiques qu'il va pouvoir contrôler, vérifier et surveiller.

PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE ET RÉSEAU

Le périmètre d'étude du projet, soit le réseau modélisé pour les simulations, comprend les villes de Lyon et de Villeurbanne, bordées par le boulevard périphérique, l'A6 et l'A7. Ce périmètre représente environ 60 km^2 et 600 000 habitants.

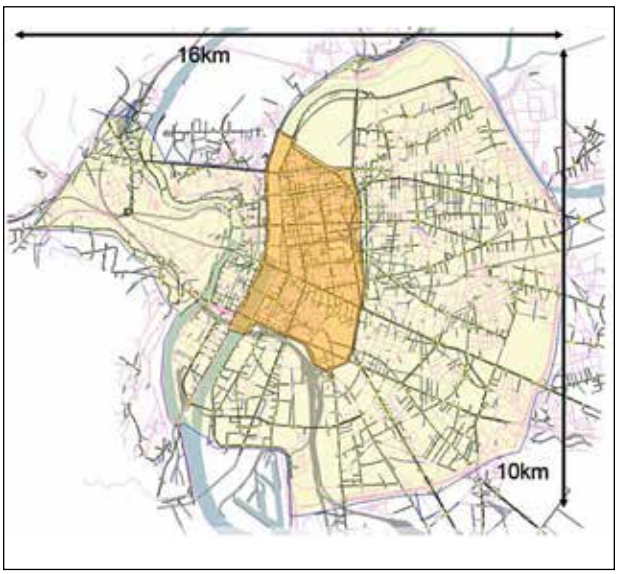

Illustration 1 : Périmètre d'étude et d'action
Source : Transport Simulation Systems

Dans l'illustration 1, nous pouvons distinguer le périmètre de simulation mésoscopique en jaune (836 carrefours, 441 détecteurs et 2 900 feux de circulation) et le périmètre d'action en orange (266 carrefours, 170 détecteurs et 800 feux de circulation) dans lequel il est possible d'effectuer des modifications de plan de feux pour agir sur le trafic en fonction des évènements et des alertes, afin de contenir les effets des modifications de l'offre dans le périmètre de simulation.

Le réseau modélisé présente les caractéristiques suivantes :

- 1 360 km de route;
- 16 000 sections;
- 7 300 intersections;
- 700 centroïdes;
- 172 000 véhicules/h à l'heure de pointe;
- 3 types de véhicules (camion, voiture et autobus de transport en commun).

AIMSUN ONLINE

Aimsun Online a été spécialement développé par TSS (Transport Simulation Systems, basé à Barcelone) ces dernières années afin de répondre à cette demande innovante et particulière. Cet outil est le fruit de recherches qui ont débuté il y a plus de 10 ans.

Aimsun Online est basé sur la plateforme Aimsun et hérite donc de ses capacités à combiner les approches statiques et dynamiques du trafic dans une même application. Les nombreux modules spécifiques qui le composent, associés à une connexion aux informations disponibles en temps réel dans le centre de contrôle (données trafic et évènements) garantissent une simulation qui reflète l'état réel du réseau à n'importe quelle heure et pour n'importe quel jour de l'année.

Le modèle de simulation est capable de :

- Représenter correctement l'évolution temporelle des conditions de trafic;
- Reproduire de façon adéquate l'impact de différentes politiques de gestion de trafic sur le réseau;
- Offrir suffisamment de résultats pour évaluer et comparer différentes stratégies de gestion de trafic.

Afin de remplir ces exigences, le modèle de simulation de trafic présente les caractéristiques suivantes :

- Simulation dynamique (l'offre et la demande peuvent varier dans le temps);
- Représentation du trafic en considérant chaque véhicule particulier, de manière individuelle;
- Utilisation des techniques d'affectation dynamique du trafic dans le réseau;
- Représentation de différents types de véhicules (voiture et camion y compris les transports en commun).

L'architecture d'Aimsun Online est composée de plusieurs éléments (voir illustration 2).

Demande de trafic :

Dans un premier temps, sur la base des informations de détections brutes reçues en temps réel, Aimsun Online sélectionne la demande qui correspond le mieux aux conditions de trafic présentes dans le réseau. Cette demande a été prédéterminée en amont sur la base

SUITE >

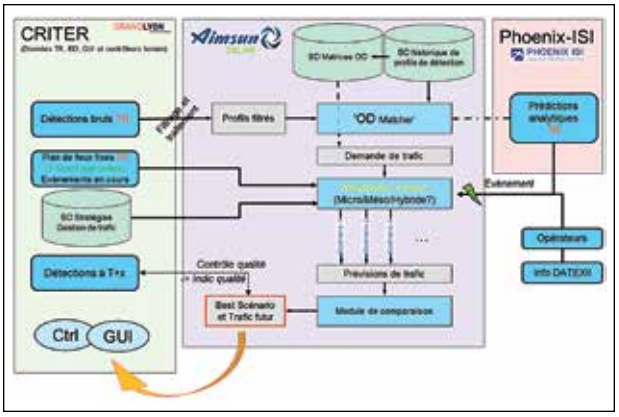

Illustration 2 : Architecture générale Aimsun Online
Source : Transport Simulation Systems

des données historiques collectées par le système de détection en place. Un à trois ans de données historiques, agrégées à 18 minutes, ont en effet permis de déterminer cinq types de trafic différents ou « patrons » (illustration 4). Une méthode d'agrégation particulière par groupe a été développée pour déterminer le nombre de patrons nécessaire pour représenter l'ensemble des conditions de trafic du réseau et en extraire des profils de demande utiles à la génération des matrices Origine Destination utilisées par le simulateur en temps réel. Ainsi, quel que soit le moment de la journée (24/24 h), il est possible de démarrer des simulations sur la base des données réelles.

Simulation de prédictions/scénarios :
Sur la base de la demande de trafic, plusieurs types de simulation sont lancés. Premièrement, les simulations de surveillance sont lancées régulièrement (toutes les 5-15 minutes). Elles permettent un suivi continu des conditions de trafic grâce aux prédictions obtenues et déclenchent des alertes en anticipant d'éventuelles perturbations. De plus, lors d'évènements particuliers (fermetures d'un axe, reports de trafic, accidents, etc.), des simulations sont lancées pour aider l'opérateur à choisir le meilleur scénario à appliquer. Dans ce dernier type de simulation, quatre à cinq simulations sont démarrées en parallèle pour pouvoir obtenir en 4-5 minutes des résultats sur l'évolution du trafic dans l'heure suivante, pour chaque scénario.

Résultats :
Tant pour les simulations de suivi que pour les simulations de comparaison de scénarios, la simulation de trafic permet d'obtenir un très grand nombre d'informations sur le trafic futur. De nombreux indicateurs de trafic peuvent ainsi être extraits de ces prédictions afin de pouvoir actionner des alertes pertinentes, qualifier les scénarios envisagés à l'aide d'indicateurs prédéfinis (illustration 5) et choisir le plus adapté à la situation actuelle et aux contraintes prédéterminées (en fonction de la politique des transports de la Ville). De plus, il est possible dans un second temps de rejouer ces simulations afin de mieux comprendre les différents phénomènes en jeu, d'accroitre ainsi la connaissance interne du réseau et d'imaginer aussi de nouveaux scénarios susceptibles d'optimiser les conditions de trafic dans le périmètre d'étude.

Evènements et alertes trafic :
Un certain nombre d'alertes sont prédéterminées en fonction des besoins de la Ville sur la base des simulations en continu pour prévenir les opérateurs lorsque certains seuils locaux ou globaux sont dépassés. Ces alarmes guident les opérateurs pour un suivi plus exhaustif des conditions de trafic dans le réseau et permettent d'anticiper d'éventuelles congestions/perturbations dans les prochaines minutes.

En parallèle de ces alertes obtenues sur des prédictions de trafic, différents types d'évènements réels peuvent être considérés :

- Evènements planifiés (travaux, modifications de la géométrie, etc.);
- Evènements exceptionnels (incidents, accidents, etc.).

Ces évènements sont reçus depuis le centre de contrôle (illustration 6) et intégrés dans la simulation de trafic pour reproduire les conditions réelles de simulation pour les différents scénarios envisagés.

La combinaison des alertes de trafic, qui permettent d'avertir les opérateurs de perturbations dans un futur proche, et de l'intégration des évènements de trafic réels dans les simulations de prédiction des conditions de différents scénarios réponses permet d'obtenir un système complet et efficace pour anticiper et donc réagir dans les meilleures conditions à de nombreux types d'évènements perturbants dans le périmètre d'étude.

Illustration 3 : Recensement des évènements dans le réseau
Source : http://www.onlymoov.com

RÉSULTATS

Les résultats attendus de ce projet seront principalement :

- Le monitoring (ou suivi en temps réel) des conditions de trafic grâce à des alertes dans le périmètre d'étude afin d'anticiper d'éventuelles dégradations de l'état du trafic et de pouvoir prendre des décisions en conséquence.

- Un outil d'aide à la décision lors d'évènements particuliers pour permettre une prévision de l'effet de plusieurs scénarios de réaction (y compris le do-Nothing) ainsi qu'une classification claire et simple des résultats obtenus. Il sera alors possible à l'opérateur de prendre rapidement la décision optimale en adéquation avec les conditions actuelles de trafic.

Ces résultats synthétisés seront intégrés à l'interface graphique déjà existante et maitrisée par les opérateurs de terrain.

CONCLUSION

Ce projet, faisant partie du projet européen Opticities, a pour but de développer et d'implémenter un outil d'aide à la décision en temps réel pour la gestion du trafic sur la base de la simulation dynamique. Il a été conçu en combinant les fonctionnalités du centre de gestion de trafic en place CRITER, développées par SPIE, et d'Aimsun Online développées par TSS. L'outil mis en place vise la surveillance anticipative du trafic dans le réseau par des indicateurs prédéfinis analysant en continu les 30 à 60 prochaines minutes. De plus, lors de détection de situations problématiques ou en cas d'incident dans le réseau, l'outil fournit une aide à la décision permettant d'informer rapidement et quantitativement l'opérateur sur les différents scénarios applicables en temps réel. L'ensemble de ces résultats est intégré à l'interface de gestion du trafic actuel afin de faciliter d'adoption du nouvel outil par les opérateurs.