



Modèles microscopiques

Les modèles de simulation microscopique rendent possible l'analyse fine de la dynamique de circulation à l'échelle restreinte d'une intersection, d'un échangeur ou d'un corridor spécifique de transport. Communément appelés « microsimulateurs » ou « modèles de microsimulation », ils permettent de simuler finement les déplacements des véhicules selon le comportement individuel de chacun des conducteurs sur la route à partir de leurs interactions avec les autres usagers et de la signalisation. L'écoulement du trafic est alors simulé à partir de combinaisons aléatoires de caractéristiques individuelles des conducteurs et des véhicules. Cela permet d'imiter la complexité de la composition de la circulation et de la dynamique des comportements des conducteurs.

À quoi servent les modèles microscopiques?

Les modèles de microsimulation permettent principalement :

- d'optimiser la géométrie et la signalisation des aménagements routiers pour maximiser la fluidité de la circulation;
- de relever et de corriger les inefficacités potentielles des aménagements routiers avant la construction d'une nouvelle infrastructure;
- d'évaluer l'effet de l'implantation de nouvelles infrastructures, de nouveaux systèmes de contrôle ou de nouvelles politiques de gestion de circulation.

Ces modèles trouvent application dans l'étude des problèmes de circulation, mais aussi dans les analyses touchant les systèmes d'information aux usagers de la route, les systèmes intelligents de transport, la gestion des interruptions de la circulation et les mesures de gestion des accès.

Exemples d'application

- Optimiser la configuration d'un échangeur ou d'une zone d'entrecroisement de manière à minimiser ou à éliminer le retard des usagers et la formation des files d'attente.
- Estimer l'effet qu'aurait l'implantation d'une voie réservée aux autobus sur les temps de parcours de l'ensemble des usagers d'un corridor autoroutier.

- Faciliter la gestion de la circulation pendant des travaux routiers afin d'en minimiser les inconvénients pour les usagers.
- Étudier les répercussions de l'ouverture d'un centre commercial sur les échangeurs autoroutiers adjacents.

Outils de microsimulation

Différents outils de microsimulation sont utilisés au Ministère ou par les mandataires qui travaillent à la préparation de ses projets routiers.

Pour les problèmes concernant des systèmes routiers complexes, tels les grands échangeurs ou les longs corridors routiers, le Ministère a développé une expérience particulière avec le progiciel AIMSUN. Celui-ci permet de reproduire dynamiquement les conditions réelles de circulation d'un réseau urbain et autoroutier. Ce progiciel comprend aussi un éditeur graphique permettant l'importation des dessins d'ingénierie et de photos aériennes de même que l'arrimage avec les données provenant des modèles régionaux élaborés sous EMME pour les grandes agglomérations du Québec.

Fonctionnement des modèles microscopiques

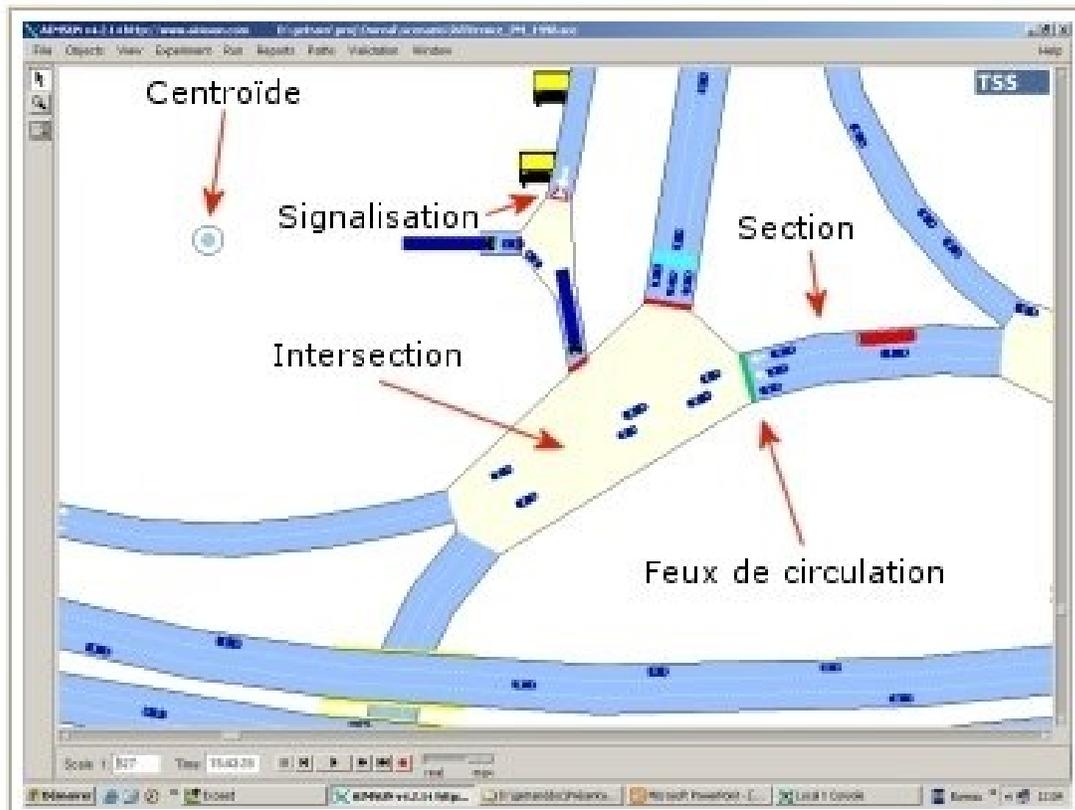
Comment modélise-t-on le réseau et la demande?

Pour codifier le réseau de transport à modéliser, AIMSUN recourt à un éditeur graphique qui permet, en plaçant en arrière-plan une image ou une photo aérienne à l'échelle, de littéralement calquer les trois principaux éléments de géométrie du réseau (figure 1) :

- **les nœuds**, qui représentent les intersections ou les points de jonctions entre les sections;
- **les sections**, qui relient ces nœuds et possèdent des caractéristiques propres (nombre de voies, limite de vitesse, etc.);
- **les centroïdes**, lieux par où les véhicules sont générés (entrent sur le réseau et en sortent).

Le réseau est modélisé en prenant en considération les voies de virage, les zones d'entrecroisement et de divergence, les intersections, le contrôle des feux de circulation et la présence de voies réservées à des modes de transport particuliers (covoiturage, autobus, camions, etc.).

Figure 1 : Exemple d'un réseau modélisé à l'aide du progiciel AIMSUN



Les déplacements effectués par tous les types de véhicules – autos, autobus et camions – sont simulés sur ce réseau. Cette demande en matière de transport est représentée par fines tranches de temps, typiquement des intervalles de 15 minutes, sous forme de matrices quantifiant les volumes qui se déplacent entre les points d'entrée et de sortie du système étudié. Ces matrices sont dérivées de comptages de circulation, d'enquêtes origine-destination locales, de relevés de plaques d'immatriculation à l'intérieur du territoire d'analyse ou des flux simulés à partir des modèles macroscopiques pour la région touchée.

Le modèle est calibré et validé de façon à ce qu'il reflète les conditions de circulation observées sur le terrain dans la situation de référence, principalement le débit, le temps et la vitesse moyenne de parcours sur les principaux axes, ainsi que la présence et la longueur des files d'attente.

Par la suite, différents scénarios routiers seront étudiés et comparés en modifiant la géométrie du réseau et en y affectant la demande de transport pour l'horizon qui correspondra à la mise en place de ce projet.

Utilisation de –sous-modèles

AIMSUN simule le comportement du conducteur de chaque véhicule à l'aide de 10 sous-modèles.

- Poursuite : définit le comportement d'un conducteur en fonction de ceux qui le précèdent sur la route, principalement le conducteur du véhicule de tête.
- Poursuite en considérant deux voies : modifie l'application du modèle de poursuite en prenant en considération la présence des véhicules sur la voie adjacente.
- Vitesse sur un tronçon : calcule la vitesse de roulement des véhicules en fonction de la vitesse maximale souhaitée, de la vitesse tolérée (« Speed Acceptance ») et de la vitesse permise.
- Influence d'une pente : adapte l'accélération (ou la décélération) des véhicules en fonction du dénivelé.
- Changement de voie (« Lane Changing ») : indique, selon les conditions de circulation environnantes, quand un changement de voie peut ou doit s'effectuer.
- Dépassement : détermine si un dépassement est souhaitable ou non et, dans l'affirmative, s'assure qu'il est réalisable.
- Convergence dans une bretelle d'entrée : contrôle l'insertion des véhicules sur une autoroute.
- Divergence vers une bretelle de sortie : contrôle la sortie des véhicules d'une autoroute vers une bretelle.
- Préemption : choisit la voie où le conducteur doit se placer pour effectuer un virage situé à deux intersections en aval de sa position du moment.
- Acceptation de créneau : qui détermine quel véhicule doit arrêter ou céder le passage à l'autre lorsque les deux se dirigent simultanément vers une même intersection par des approches différentes. Ce sous-modèle, intégré dans plusieurs des autres sous-modèles, utilise la position et la vitesse relative de chacun des véhicules pour établir cette priorité et décider si un véhicule dispose d'un créneau temporel suffisant pour effectuer sa manœuvre avant que l'autre véhicule passe.

Tous ces sous-modèles interagissent entre eux afin de reproduire le plus fidèlement possible le comportement des conducteurs et de leur véhicule dans des situations d'écoulement libre, de congestion (file d'attente) ou dans toute situation intermédiaire.

Principaux résultats obtenus

Lors des simulations, AIMSUN compile des statistiques ou indicateurs de performance, exprimés en valeurs moyennes et en variances : le débit, la densité, la vitesse, le temps de parcours, le retard et le temps d'arrêt, les files d'attente, le nombre d'arrêts, les émissions, etc. Ces résultats détaillés peuvent être présentés pour un intervalle de

temps donné, pour un sous-ensemble de tronçons choisis et par type de véhicules. Ils résultent toujours d'un processus dit « stochastique », où plusieurs dizaines de répliques de la simulation auront été conduites, chacune intégrant des variations aléatoires de tous les paramètres en jeu. Une grande rigueur est de mise afin d'assurer la stabilité et la bonne représentativité statistique des résultats produits.