

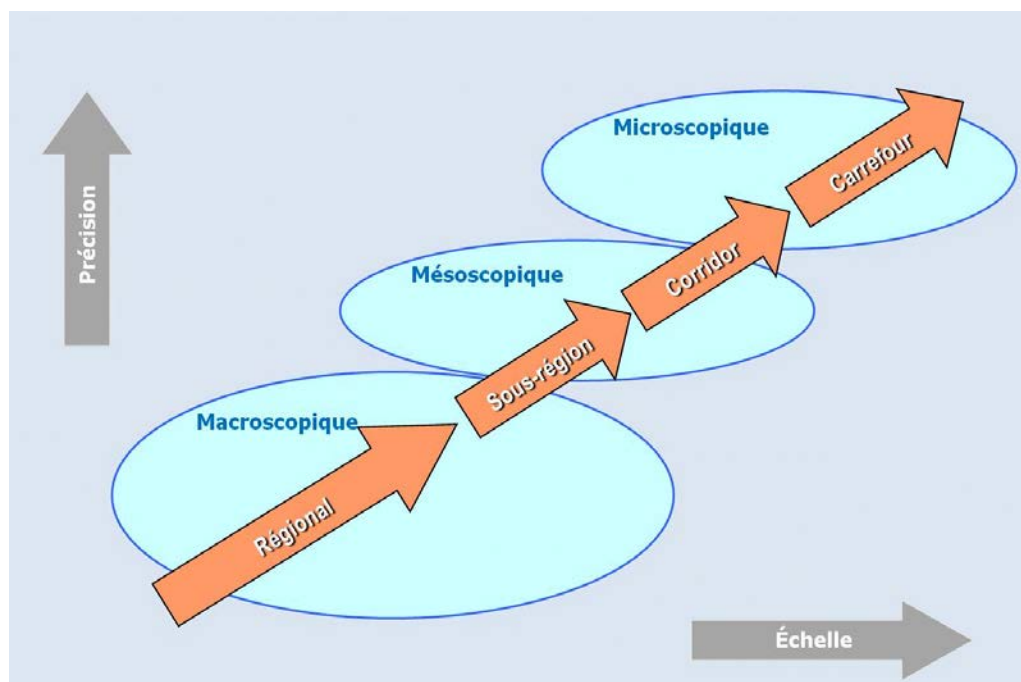
Modèles mésoscopiques

Les modèles mésoscopiques se situent entre l'approche de modélisation macroscopique de portée régionale et l'approche de simulation microscopique de la circulation. Ils constituent un compromis efficient entre les deux, comblant les lacunes de la première quant à la représentation dynamique du phénomène de congestion, tout en étant moins gourmands en matière de données et de temps de calcul de la seconde.

Principales différences entre la microsimulation, la mésosimulation et la macrosimulation routière

L'échelle territoriale prise en compte dans la simulation est la première différence entre ces trois approches de modélisation.

Figure 1 : Portée géographique des modèles routiers



Macrosimulation

La macrosimulation est associée à un réseau routier de nature régionale. Son niveau de détail, autant au chapitre de l'offre que de la demande, demeure général. Par exemple au niveau macroscopique, les feux de circulation ne sont pas modélisés de manière explicite, et la demande est agrégée par grandes périodes de la journée. La modélisation macroscopique se traduit par des débits et des vitesses moyennes sur les liens supérieurs de l'ensemble d'un réseau de grande portée territoriale.

La macrosimulation ne vise pas à reproduire de manière réaliste la dynamique détaillée de la congestion routière, mais en fournit plutôt une approximation à partir de fonctions simplifiées reliant le débit à la vitesse. L'affectation (chargement du réseau) reflète les itinéraires minimisant les temps moyens de parcours, avec prise en compte de la congestion.

Microsimulation

La microsimulation se situe à l'autre extrémité du spectre. L'échelle territoriale de ce niveau de modélisation sera restreint à une intersection, un échangeur ou un court corridor routier. La modélisation microscopique requiert et fournit des données détaillées aussi bien pour l'offre que pour la demande. La codification du réseau incorpore la signalisation au sol et la signalisation aérienne. La demande est découpée dans le temps en périodes de 15 minutes ou moins. Le comportement des automobilistes tout comme celui des véhicules est également modélisé de manière individuelle et très précise.

La modélisation microscopique fournit une représentation réaliste de la dynamique de la circulation en général, et en particulier de la formation et de la résorption de la congestion routière. En revanche, les données nécessaires au fonctionnement et à la calibration du modèle sont nombreuses et longues à recueillir. Il est impensable de vouloir le faire pour un réseau routier d'une région complète, d'autant plus que la puissance informatique et les temps de calcul qui seraient requis pour traiter des problèmes de cette taille seraient gigantesques.

Mésosimulation

La mésosimulation est une approche de modélisation intermédiaire entre les deux niveaux précédents, soit un compromis entre les exigences analytiques (données, efforts, temps de calcul) et la précision des résultats à obtenir. À noter que la mésosimulation est plus près de la microsimulation que la macrosimulation. En effet, plusieurs modules et concepts de la microsimulation sont partagés avec la mésosimulation, par exemple la géométrie du réseau, la modélisation de la demande, les données relatives aux caractéristiques des véhicules, le contrôle des feux de circulation, ainsi que l'injection des véhicules sur le réseau. Il s'agit tout de même d'une approche simplifiée, où le traitement est axé sur l'interaction des véhicules « moyens » à l'échelle de chaque segment routier (géométrie, signalisation, vitesses). De plus, en s'appuyant sur des caractéristiques moyennes des véhicules et des comportements, la

mésosimulation ne requiert pas que soient réalisées un grand nombre de répliques de chaque simulation comme c'est le cas en microsimulation où on veut refléter explicitement la grande variabilité des comportements.

Contrairement à la macrosimulation, la mésosimulation respecte strictement la capacité des éléments routiers (le débit sur un lien ne peut dépasser la capacité, les véhicules excédentaires trouveront un itinéraire alternatif ou ne pourront s'insérer sur le réseau) et les feux de circulation, permettant ainsi de reproduire de manière plus réaliste la dynamique des conditions de circulation en congestion à une échelle géographique étendue, sans atteindre une portée régionale.

À quoi servent les modèles mésoscopiques?

Exemples d'application typique des modèles mésoscopiques :

- analyse de la congestion sur un réseau routier sous-régional (application principale);
- évaluation précise de l'impact d'une modification locale de l'offre de transport, (fermeture d'une voie, mesures d'atténuation de la congestion pendant des travaux routiers, mise en place d'une voie réservée, élargissement d'une bretelle, amélioration d'un échangeur, modification aux plans de feux de circulation);
- évaluation de l'incidence sur la circulation de la modification de la demande, par exemple l'arrivée d'un nouveau générateur majeur de déplacements (hôpital, immeuble commercial, etc.);
- évaluation des répercussions d'une stratégie de gestion de la demande : vitesse affichée variable, régulation de zones de convergence (« ramp-metering »), voies réservées aux autobus ou aux véhicules à occupation élevée, réseau de camionnage, etc.;
- évaluation des nouveaux itinéraires des conducteurs à la suite d'un incident (p.ex. : fermeture de pont) et analyse spatio-temporelle des impacts.

Fonctionnement de la simulation mésoscopique

Outils de mésosimulation

Deux plateformes de modélisation mésoscopiques sont exploitées au Ministère : DYNAMIQ et AIMSUN. Le Ministère expérimente en particulier l'usage du progiciel AIMSUN pour traiter de façon unifiée le réseau routier supérieur de la grande région de Montréal. La plateforme AIMSUN permet une modélisation hybride dans une même simulation, c'est-à-dire d'effectuer une modélisation mésoscopique pour une grande région et, en même temps, une modélisation microscopique plus précise pour certaines parties du même territoire.

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

Pour codifier le réseau de transport à modéliser sous AIMSUN, on utilise 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 :

- **les nœuds**, qui représentent les intersections ou les points de jonction 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 types particuliers de véhicules (p. ex. : covoiturage, autobus, camions).

Les déplacements effectués par tous les types de véhicules : autos, autobus et camions sont simulés sur ce réseau. Cette demande en transport est représentée par fines tranches de temps, typiquement des intervalles de 15 minutes, sous forme de matrices quantifiant pour chaque type de véhicule les volumes se déplaçant 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.

Sous-modèles fonctionnels

Sous le mode mésoscopique dans AIMSUN, le mouvement des véhicules se décompose en deux parties : la modélisation de la circulation sur les sections comme telles (en fonction de leur capacité et de la densité de véhicules) et la modélisation de ce qui se passe aux nœuds (intersections ou jonctions). Une première simplification fait en sorte que la vitesse des véhicules à l'intérieur d'un nœud (ou zone d'intersection) est toujours considérée à l'écoulement libre (sans congestion). Une deuxième simplification est que les changements de voie ne peuvent s'effectuer qu'aux nœuds avant d'entrer dans la section suivante.

AIMSUN simule le comportement des véhicules à l'aide d'une simplification des 10 sous-modèles typiques de la microsimulation qui se traduisent en mésosimulation à travers 6 sous-modèles :

- **Injection des véhicules** (« Vehicle Entrance Process ») : définit la distribution temporelle à partir de laquelle les véhicules entrent sur le réseau.

Sur les sections :

- **Poursuite** (« Car-Following ») : prend en considération la présence du véhicule de tête dans chaque voie pour conditionner le comportement des véhicules qui le suivent.
- **Changement de voie** (« Lane-Changing ») : déclenche, en fonction des conditions de circulation environnantes, un changement de voie pour bénéficier d'une plus grande fluidité dans une voie adjacente. Il s'agit d'une simplification de l'approche utilisée au niveau microscopique.

Aux noeuds :

- **Mouvement de virage** : modélise le mouvement comme tel d'un véhicule à travers un nœud (intersection).
- **Acceptation de créneau** (« Gap-Acceptance ») : détermine quel véhicule devra arrêter ou céder le passage à l'autre lorsque les deux se dirigent simultanément vers une même intersection par des approches différentes.
- **Choix de voie** (« Lane Selection ») : indique dans quelle voie un véhicule va se positionner en entrant sur une section afin d'anticiper son mouvement suivant au prochain nœud soit de virage à droite, de virage à gauche ou tout droit.

Ces sous-modèles interagissent entre eux afin de reproduire un comportement moyen des conducteurs et de leur véhicule. La perte de précision et de variabilité statistique que cela implique par rapport à l'approche de microsimulation est compensée par la rapidité d'exécution des simulations.