



Modèles transport-urbanisme Fiches synthétiques

MOBISIM

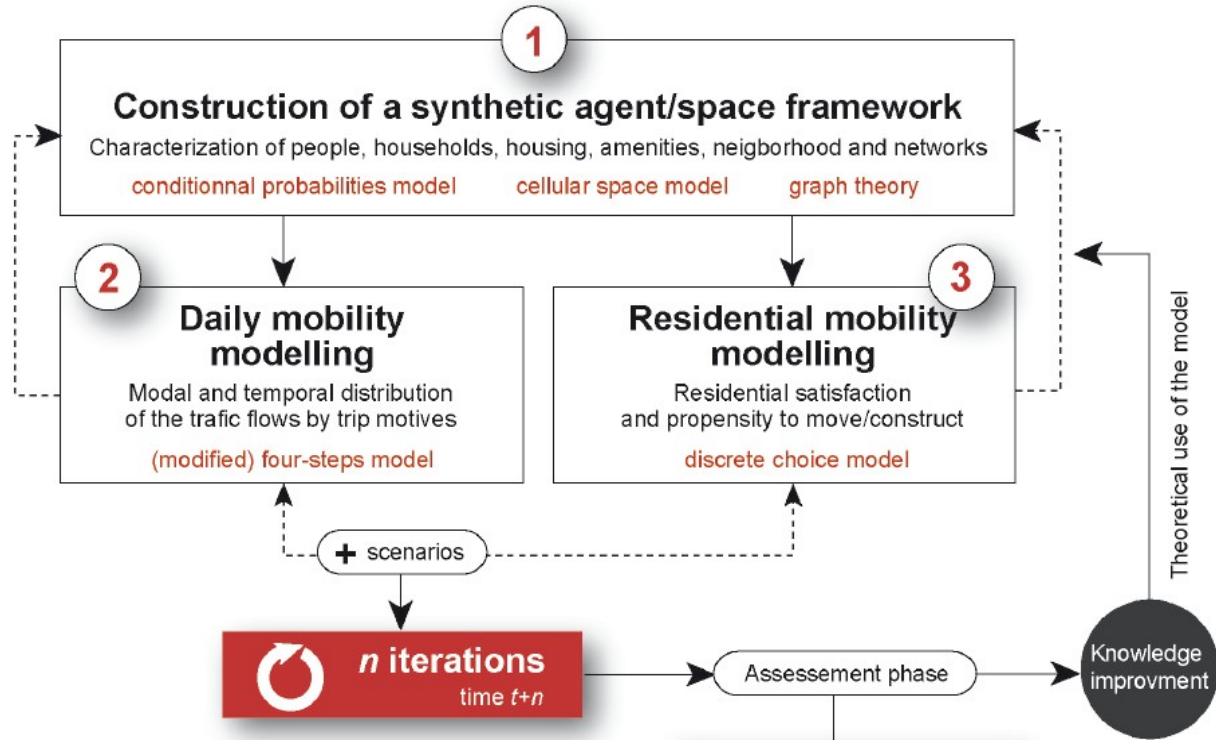
Identité du modèle :

Nature	Modèle multi-agents de prévision quasi-dynamique
Voyageurs / Marchandises	Voyageurs
Sur quoi porte le modèle d'urbanisme ?	Ménages
Modes de transports	Ouvert à tous les modes
Agrégé/désagrégé	Désagrégé
Modèle d'occupation du sol	Oui. Le modèle est conçu pour simuler le développement résidentiel, aussi bien au niveau global (évolution de la tâche urbaine) qu'au niveau local (construction de logements)
Modèle de fixation du prix	Seul un « niveau de prix » est fixé, indépendamment des mécanismes d'offre et de demande, suivant les caractéristiques du logement (qualité, type) et celles de la zone (accessibilité, environnement)
Objectif du modèle	Développer une plateforme de simulation pour l'étude prospective des mobilités quotidiennes et résidentielles dans les agglomérations françaises et leur lien avec le développement, l'étalement et l'aménagement urbain
Le modèle est-il intégré ?	Oui. Le modèle MobiSim fonctionne sous une plateforme (du même nom) qui intègre l'ensemble des modules développés
Le modèle est-il accolé à une suite logicielle ?	Non. le modèle est entièrement développé en java, et est donc multiplateforme.
Terrain d'application	Agglomération de Besançon

Principe de modélisation retenu :

Le modèle MobiSim combine trois étapes : la construction d'un cadre agents/espace synthétique (caractérisation des agents, ménages, logements, aménités, et réseaux de transport), la modélisation des mobilités journalières, et la modélisation des dynamiques résidentielles.

L'architecture du modèle est la suivante :



La principale originalité de MobiSim est qu'il intègre, au niveau individuel des agents, une dimension comportementale des stratégies de mobilité quotidienne (programmes d'activités) ainsi que des choix et des décisions en matière de mobilité résidentielle (en faisant le lien avec le cycle de vie des agents).

En pratique, MobiSim procède, étape par étape, de la façon suivante :

- **a.** construction du cadre espace/ agents synthétique afin d'initialiser le modèle au temps t en fixant les caractéristiques des agents, ménages et logements, ainsi que celles des réseaux de transport et des aménités urbaines et périurbaines
- **b.** modélisation des mobilités quotidiennes afin d'initialiser le modèle au temps t en identifiant les caractéristiques des réseaux de transport (temps d'accès, congestion, etc.)
- **c.** calcul de l'évolution démographique afin de simuler les modifications de la population synthétique au temps $t+1$ (pas de un an)
- **d.** modélisation des dynamiques résidentielles afin de simuler les déménagements des ménages et les modifications du parc de logements associées au temps $t+1$
- **e.** modélisation des mobilités quotidiennes afin de simuler les modifications sur les réseaux de transport au temps $t + 1$
- **f.** réitération (n fois) des étapes d, e et f pour la simulation des évolutions à $t+n$

Description des différents modules :

Construction d'un cadre agents/espace synthétique

Cette étape consiste à générer une population d'agents réaliste sur le territoire étudié, ainsi qu'un environnement dans lequel ils peuvent évoluer et prendre des décisions.

Populations synthétiques :

L'objectif est de créer une base de donnée distinguant chaque individu (données désagrégées), chaque ménage et chaque logement, en leur attribuant des caractéristiques propres.

Les données désagrégées de population (agents) et de logements sont constituées en procédant en deux temps : d'abord en identifiant les probabilités conditionnelles discrètes régissant chacune des caractéristiques que l'on veut attribuer (ex : âge), puis en attribuant à chaque agent une valeur unique à l'aide d'une distribution aléatoire en suivant la loi de probabilité identifiée. Les caractéristiques ainsi attribuées sont :

- pour le logement : type (appartement ou maison individuelle – attribué par analyse du bâti), nombre de pièce, occupation, statut, étage, nombre de places de stationnement, bâtiment dans lequel le logement se trouve, et niveau de prix défini en fonction de ses caractéristiques (qualité, type) et de celles de la zone (accessibilité, environnement)
- pour les ménages : type, revenu, logement dans lequel le ménage réside
- pour les individus : sexe, âge, activité, statut, formation, revenu, ménage

Les individus sont regroupés en ménages (génération de couples et affectation des enfants) par des modèles spécifiques basés sur les observations de l'INSEE, et les ménages sont attribués aux logements (eux-même affectés à des bâtiments selon les caractéristiques du bâti) par un processus de minimisation de la différence entre la taille du ménage et celle du logement.

Réseaux de transport :

Le réseau routier est basé sur la Bd Topo, qui doit être retravaillé pour ajouter des champs spécifiques au mode routier comme par exemple les capacités des voies et les vitesses réglementaires.

L'offre de stationnement est calculée à partir des places privées des bâtiments (voir module de population synthétique), des grands parkings publics, et de l'offre de stationnement publique sur rue par un modèle de localisation spécifique.

Pour les modes doux, le réseau est basé sur les arcs autorisés de la Bd Topo en prenant une vitesse constante de 5 km/h pour la marche-à-pied et de 15 km/h pour les vélos.

Le réseau de transports en communs est codifié en numérisant arrêts (géolocalisés), missions TC et horaires, puis en générant le graphe correspondant dans MobiSim.

Aménités :

Les emplois, commerces et services (segmentés par « niveaux de recours »), lieux d'études et de loisirs sont localisés et quantifiés sur un carroyage donné par analyse du fichier SIRENE, et de base de données de l'IGN (lieux de culture, loisir, sport, espace naturel) et de la DREAL (zones naturelles, patrimoine).

Modèle d'évolution démographique :

L'évolution des agents, des couples et des ménages (naissance, vieillissement, émancipation, mise en couple, enfants, séparation, décès...) prévue dans MobiSim est basée sur le modèle Destinie de l'INSEE. Il intègre des probabilités agrégées mesurées par le RGP, des tirages aléatoires pour distribuer ces probabilités à l'échelle des individus, et des modèles de comportements relevés par des enquêtes, le tout en se basant sur l'analyse du cycle de vie.

Modélisation des dynamiques résidentielles :

Cette étape consiste à modéliser les déménagements des ménages, en lien avec leur satisfaction et leurs préférences résidentielles.

Développement résidentiel :

Ce module simule l'évolution résidentielle et le parc de logement, en prévoyant le type et la localisation des logements créés par pas de temps de un an.

Dans un premier temps, les zones de développement résidentielles sont déterminées à l'aide de deux approches :

- une approche globale, à l'échelle de l'aire d'étude : d'abord, il s'agit de déterminer les zones dédiées à l'urbanisation future, soit de manière exogène (conformément à des documents de planification par exemple), soit à l'aide d'un outil spécifique de génération de tâches urbaines (appelé Morpholim) intégré à MobiSim, qui peut être paramétré selon plusieurs critères à choisir (urbanisation compacte, étalée ou diffuse)
- une approche locale, à l'échelle du zonage du modèle : au sein des zones dédiées à l'urbanisation et définies par l'approche globale, la délimitation des zones fines dédiées au développement résidentiel se fait à l'aide de l'outil Mup-city (intégré à MobiSim). Cet outil, qui peut être paramétré selon deux scénarios (fractal ou non fractal), permet de prévoir la construction au niveau local en fonction de la proximité à la route et de l'accessibilité aux espaces ouverts et aux services.

Dans un second temps, le nombre de logements construits par année peut être déterminé, soit de façon exogène (si des projets d'urbanisme sont déjà connus), soit de façon endogène, par estimation à partir de l'évolution de la population synthétique, en attribuant un logement par ménage (et en supposant que le taux de vacance des logements est constant).

Enfin, les logements sont ventilés par type et localisés dans chaque zone.

Mobilités résidentielles :

Le modèle est basé sur l'appréciation par chaque ménage du logement et de l'environnement résidentiel qu'il occupe et celui qu'il pourrait occuper. Sa « satisfaction résidentielle » est confrontée à l'utilité des localisations possibles dans un modèle d'interaction push-pull, pour calculer des facteurs de mobilité résidentielle (mobilité résidentielle individuelle et intérêt à migrer), et enfin la probabilité de déménager et le choix du logement.

Concrètement, les variables décrivant chaque ménage sont :

- la composition du ménage (célibataire, couple, famille...)
- la classe d'âge du chef de famille
- le nombre d'enfants du ménage
- la classe de revenus du ménage (faible, moyenne, ou élevée)
- le « style de vie » du ménage (goût pour les aménités urbaines ou rurales).

Celles décrivant chaque logement (définies lors de la création de la population synthétique) sont :

- la taille (nombre de pièces)
- le type (appartement ou maison individuelle)
- le statut d'occupation (propriétaire ou locataire)
- le coût (faible, moyen, ou élevé).

Et celles décrivant l'environnement résidentiel local sont :

- le nombre de commerces et services de fréquentation quotidienne, localisés à moins de 400 mètres du domicile
- le nombre de commerces et services de fréquentation hebdomadaire, localisés à moins de 2000 mètres du domicile

- le nombre de lignes de transport en commun localisées à moins de 400 mètres
- la distance au parc ou square le plus proche
- la distance à la bordure urbanisée
- le pourcentage de forêt à moins de 1700 mètres (qualité paysagère)
- le pourcentage de bâti dans un rayon de 100 mètres (qualité paysagère)
- la Part des revenus élevés dans l'IRIS

La satisfaction au logement actuel et l'utilité des destinations potentielles sont calculées à partir des variables ci-dessus, et permettent de définir l'attractivité des destinations potentielles (différence entre l'utilité du logement potentiel et la satisfaction du logement actuel). Ensuite, la mobilité résidentielle individuelle est calculée à partir de la satisfaction du logement actuel (fonction exponentielle négative de cette satisfaction), et l'intérêt global à déménager est calculé à partir de nombre de logement disponibles et de leur attractivité (racine carré du produit). La probabilité de déménager est alors calculée à partir de la mobilité résidentielle individuelle et de l'intérêt global à déménager (racine carré du produit également). Enfin, pour les ménages éligibles au déménagement, le logement choisi est celui qui présente l'attractivité maximale.

Modélisation des mobilités quotidiennes :

Cette étape consiste à modéliser la mobilité quotidienne des agents dans leur environnement.

Distribution des mobilités :

Ce module s'apparente aux parties génération/distribution du modèle à 4 étapes. Le modèle de « distribution des mobilités » de MobiSim est basé sur les programmes d'activités des agents. Les déplacements des individus sont générés par leurs activités (Travail, Recherche d'emploi, Etudes, Achats, Accompagnement, Réseau social, Loisirs) selon des règles de priorités, d'exclusion, et de compatibilité, et auxquelles sont associés une probabilité d'occurrence, une tranche horaire et une durée moyenne (et un écart type), qui sont calibrés à partir d'observations (typiquement, une EMD).

Les déplacements ainsi générés sont alors distribués par motifs de déplacement selon un modèle gravitaire basé sur la distance de déplacement.

Choix modal :

Les coûts généralisés de transport sont calculés à partir des temps de transports, des coûts (coûts fixes, coûts kilométriques, coût de stationnement éventuel), et de la valeur du temps des agents (qui dépend de leurs revenus), et sont pondérés selon les agents pour tenir compte de leurs caractéristiques propres (taux de motorisation, sensibilité écologique, et sensibilité au confort associé à chaque mode). La probabilité de choisir un mode donné est ensuite calculée par l'écart relatif du coût généralisé du mode m par rapport au coût généralisé minimum (il ne s'agit donc pas d'un modèle de choix modal à utilité aléatoire « classique »).

Affectation :

L'affectation se fait suivant un modèle tout ou rien (plus court chemin calculé par l'algorithme de Dijkstra). Une rétroaction pour prendre en compte l'impact de l'éventuelle congestion engendrée et avec le choix modal est possible.

Rq : marchandises :

Pour simuler les déplacements de marchandises générés par le territoire, le modèle *freturb* développé par le LET devrait à terme être implanté comme un module supplémentaire interagissant avec MobiSim.

Données d'entrées nécessaires pour le calage :

- données standards sur les espaces administratifs, les populations et les logements, fournies par l'IGN (Bd Topo, BD Adresse) et l'INSEE (RGP , fichier SIRENE)
- données sur les réseaux de transport, fournies par l'IGN (Bd Topo pour le réseau routier), et les AOT ou opérateurs TC (réseaux TC).
- données liées à la description des comportements et des pratiques des individus, qui doivent être acquise spécifiquement (exemple : EMD), ou par compulsion de la littérature.
- données de comptages routiers et TC.

Paramètres/hypothèses pour l'étude d'un scénario :

- Evolution de l'offre de transport
- Evolution des caractéristiques de la population synthétique
- Evolution des comportements de mobilité
- Hypothèses de développement résidentiel

Sorties du modèle :

Par pas de un an, les résultats sont quantifiés en terme de :

- évolution de la tâche urbaine (si non définie de manière exogène)
- nombre de logements créés par type et localisation (si non défini de manière exogène)
- localisation des ménages dans ces logements
- flux de voyageurs tous modes, par période horaire et par motif
- parts modales
- trafics sur les réseaux de transport
- indicateurs sociaux, économiques et environnementaux permettant d'évaluer l'impact des différents scénarios étudiés

Application/utilisation du modèle :

Le modèle MobiSim a été développé et appliqué à l'agglomération de Besançon, principalement à des fins de recherche.

Liens :

<http://www.mobisim.org>