

Simulation d'un transport spontané non régulé, par un système multi-agents

Adrien Lammoglia, Didier Josselin, Mounir Rdjimi, Olivier Ninot, Cécile Guégan, Rémi Lemoy, Aurélie Mazouin

▶ **To cite this version:**

Adrien Lammoglia, Didier Josselin, Mounir Rdjimi, Olivier Ninot, Cécile Guégan, et al.. Simulation d'un transport spontané non régulé, par un système multi-agents. Les informations spatiales et temporelles : du capteur à la décision, Nov 2009, Paris, France. pp.40. hal-00567127

HAL Id: hal-00567127
https://hal.science/hal-00567127

Submitted on 18 Feb 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Simulation d'un transport spontané non régulé, par un système multi-agents

Adrien Lammoglia*/ — Didier Josselin* — Mounir Redjimi*/** — Olivier Ninot** — Cécile Guégan** — Rémi Lemoy** — Aurélie Mazouin****

**UMR ESPACE 6012 CNRS Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse*
74 rue Louis Pasteur 84000 AVIGNON
*** groupe de chercheurs de la formation MAPS*
Adrien Lammoglia <ad.lammoglia@gmail.com>

Les Systèmes Multi-Agents constituent aujourd'hui une approche prisée par les géographes pour modéliser et simuler des systèmes complexes par une approche individu centrée. Nous proposons de simuler un transport spontané non régulé (donc peu contraint), et très dynamique (type taxi-brousse) basé sur deux agents : des taxis et des villageois. Cet article résumé est issu d'un travail collectif de plusieurs chercheurs à la formation MAPS** (Modélisation multi-agents appliquée aux phénomènes spatialisés) de juin 2009, suivi d'un développement particulier réalisé à l'UMR ESPACE*.

1. Modèle

Nous modélisons ici les déplacements de deux catégories d'agents mobiles, des villageois qui se déplacent à destination des *marchés* les plus *attractifs* grâce à des taxis. Le *territoire virtuel* de la simulation est constitué de *stations* qui permettent de prendre en charge des clients à destination de marchés prédéfinis. Les stations se situent aux intersections des routes comme points de rencontre entre les taxis et les *villageois*. Elles sont les sommets d'un graphe complet non planaire sur lequel se déplacent les *véhicules* avec ou sans *client(s)* dans un espace isotrope, mais non continu. Appliquant le principe de parcimonie, chaque agent a une fonction relativement limitée qui lui est propre. Les villageois apparaissent aléatoirement sur le territoire au début de la journée et en même quantité. Ils choisissent leur marché de destination et si celui-ci est trop éloigné, ils se déplacent vers une station pour prendre un taxi qui les déposera au marché. Une fois arrivés à destination, les villageois disparaissent du modèle. Les taxis prennent les clients et choisissent les

itinéraires. Les marchés et les stations acquièrent un *potentiel d'attractivité* selon le nombre de clients captés et de véhicules passés.

2. Scénarii de simulation

Nous avons défini trois scénarii qui dépendent du comportement des agents, selon l'importance de deux critères d'optimisation des trajets : la *distance à minimiser pour chaque déplacement* et *l'attractivité des stations et des marchés.*

Scénario 1. *Minimisation de la distance par le taxi et par le client.* La topologie du réseau sur le territoire et les positions relatives des marchés déterminent l'optimisation des déplacements, via la minimisation de la distance.

Scénario 2. *Maximisation du potentiel gravitaire des stations par le villageois et minimisation de la distance par le taxi*. Le villageois va chercher à maximiser le rapport (potentiel d'attractivité / distance). La topologie joue toujours un rôle important et l'évolution de la demande de mobilité (surtout en termes de localisation) est déterminante pour l'évolution du système.

Scénario 3. *Maximisation du potentiel gravitaire des stations par le villageois et le taxi*. La distance joue un rôle secondaire. Villageois et véhicules sont capables de reconnaître les stations possédant la plus forte demande, via leurs attractivités.

Nous avons par ailleurs défini des *variables* et des *indicateurs*.

Variables. Le *nombre de jours* nous permet d'avoir un repère temporel. Le *nombre de clients embarqué*s pour chaque taxi et à chaque itération nous permet de suivre le taux de remplissage des taxis de manière très précise. Le *nombre de villageois* déposés sur chaque marché nous montre l'évolution de la polarisation (*attractivité*) des marchés au cours du temps. Le *trafic brut* nous permet de quantifier la fréquentation de chaque arc du réseau.

Indicateurs. L'*efficacité des taxis* nous renseigne si le taxi effectue beaucoup de déplacements entraînant la prise en charge de nouveaux clients. Le *taux de stations ayant des villageois* qui attendent un taxi nous permet de voir si les taxis ont tendance à desservir tout le territoire ou s'ils se limitent à quelques stations, les plus attractives. Le *taux de desserte* indique la proportion de villageois qui attendent à des stations. Enfin, chaque station et marché possède un *potentiel d'attractivité* mis à jour au fil de la simulation. Le *potentiel* brut correspond au potentiel gravitaire de chaque station et marché, c'est à dire à l'attractivité qu'ils exercent sur les taxis et les villageois. Cet indicateur se calcule de deux manières différentes au cours du temps. A l'initialisation, le potentiel représente le nombre de villageois présents dans le cercle d'attraction de chaque station. Au cours de la simulation, il est mis à jour selon le nombre de clients embarqués à la station. Il estime le nombre de clients potentiels et de l'importance des dessertes réalisées à la station. Dans le troisième

scénario, le potentiel d'attractivité des stations est la variable déterminante du choix des stations aussi bien par les villageois que par les taxis.

3. Résultats et discussion

On observe le modèle par une animation des scénarios et à l'aide d'une analyse statistique exploratoire. Le scénario 1 fait émerger un marché polarisant la récurrence de certains trajets. Dans le scénario 2, on voit apparaître des regroupements de destinations des villageois (potentiel des marchés modifié) et une très forte attractivité de certaines stations. L'introduction, dans le scénario 3, d'une capacité de réaction des taxis en fonction du potentiel des stations et des marchés change la donne. La forme des trajets récurrents est différente : tous les marchés sont (plus ou moins) visités. Les taxis font moins de trajets, ils sont mieux remplis et exploitent chacun des bassins de chalandise plus vastes avec des trajets plus longs. On observe des mouvements grégaires, même s'il reste des villageois délaissés dans les stations éloignées. La prise en compte par les agents du potentiel d'attractivité entraîne une optimisation du service de transport. En favorisant les connexions entre offre et demande, les distances parcourues par les taxis sont réduites grâce au comportement des acteurs du service. Cela mime l'adaptation des clients et des taxis à l'offre de transport en milieu urbain.

Deux résultats quelque peu contradictoires apparaissent. La prise en compte par les agents du potentiel gravitaire dans leur stratégie permet une meilleure rationalité des déplacements des villageois et des taxis, en les rapprochant dans l'espace virtuel. Toutefois, hormis la baisse importante du trafic, montrant une bonne adéquation entre l'offre et la demande, la plupart des autres indices n'ont pas été significativement améliorés (efficacité des taxis, taux de desserte, nombre de villageois aux marchés), et les indices statistiques restent proches entre les scénarios. Cela vient probablement des caractéristiques de notre espace et du faible nombre d'alternatives possibles (taxis et de marchés), mais peut-être aussi du poids de la topologie du réseau dans l'attractivité du marché dominant. L'analyse visuelle a fait apparaître de plus grandes disparités dans les localisations des potentiels (marchés et stations) et des flux (trafic par arête). On a assisté à des renforcements très nets de polarités, comportements grégaires affirmés dans le scénario 3. Des formes spatiales sont apparues, des récurrences de passage de taxis sur certains tronçons. Constituent-elles des squelettes factuels (liés aux paramètres) ou généralisables (cette structure identiques dans des conditions similaires) ? Sans toutefois généraliser de manière abusive, on ne peut nier ici la mise en évidence d'une certaine optimisation spatiale, grâce à la simulation individu centrée du SMA, puisqu'on a pu obtenir des différenciations spatiales marquées et qu'elles correspondent, globalement, à une amélioration du service de transport au travers des changements de stratégies des agents et/ou d'une connaissance différenciée de leur territoire dans les scénarii envisagés.