

## Adaptation de politiques : apprentissage multi-agents au service de la planification urbaine

Véronique DESLANDRES, Salima HASSAS

Laboratoire d'Informatique en Image et Systèmes d'information, équipe SMA - Systèmes Multi-Agent

Contact : [veronique.deslandres@liris.cnrs.fr](mailto:veronique.deslandres@liris.cnrs.fr)

### Contexte et problématique générale

Ce stage propose de développer un outil d'aide à l'élaboration, le test et l'auto-adaptation de politiques de mobilité urbaine. Le champ applicatif choisi repose sur la mise en place d'une zone de circulation restreinte (ZCR) et son impact sur les transporteurs / livreurs de marchandises. L'objectif sous-jacent est d'élaborer une politique qui amène les acteurs du TMV (Transport de Marchandises en Ville) et usagers, à modifier leurs habitudes de déplacement. On identifiera donc un certain nombre de comportements types, ainsi que des phases correspondant à un changement de comportement, et on déroulera différents scénarios pour étudier l'impact global de la politique sur la ville à un horizon de temps donné. Les indicateurs utilisés sont la qualité de l'air (taux d'émission de CO<sub>2</sub>) et le taux de satisfaction des usagers.

L'objet du stage consistera donc à modéliser et simuler l'apprentissage de la « meilleure » politique de mise en œuvre d'une ZCR sur la ville de Lyon, à partir de la plateforme de simulation SmartGOV du LIRIS (développée avec Repast Symphony et en java) et de travaux sur la qualité de l'air réalisés au LAET [1].

### Les travaux existants

SmartGOV est une architecture hiérarchique permettant la coopération d'agents apprenants (CDQN: Clustered Deep Q-Network) pour co-construire des politiques urbaines. L'architecture est constituée de deux simulateurs multi-agents en interaction : le premier (couche basse) modélise l'agglomération (infrastructures, trajectoires) ainsi que les agents qui y évoluent et interagissent avec l'environnement. Le second simulateur (niveau macroscopique) représente l'aspect décisionnel lié à la construction de politiques, par l'intermédiaire d'un système d'apprentissage capable de s'adapter aux évolutions de l'environnement de façon dynamique. Le tout se fait en interaction avec un décideur qui ajuste et interprète les conséquences de ses actions [2,3].

La plateforme est générique et permet d'implémenter différents agents, comportements et politiques urbaines. Le simulateur ZCR de la ville fait évoluer les acteurs du TMV et les usagers selon des personnalités types, définissant leur comportement de mobilité. La politique évolue aussi en observant la ville simulée. Elle tente des actions d'adaptation identifiées par un mécanisme **d'apprentissage par renforcement profond** d'agents politiques (un agent politique étant lié à l'infrastructure étudiée) en fonction d'une mesure d'utilité [4]. L'utilité est définie par le concepteur par rapport aux indicateurs étudiés. Il en est de même pour les personnalités, qui peuvent évoluer par apprentissage en fonction des indicateurs proposés.

L'intérêt de la modélisation dans SmartGOV repose sur la recherche de **satisfaction d'objectifs individuels et collectifs**, grâce au couplage des niveaux micro (objectifs individuels) et macro (qualité de l'air global). Certains comportements des agents/individus sont actuellement modélisés, liés à la mobilité urbaine en véhicule particulier des personnes se rendant à leur lieu de travail. Pour le TMV, nous avons proposé des réactions possibles face à la mise en œuvre de la zone de la ZCR impactant les tournées. Différents types de populations peuvent ainsi être représentées, plus ou moins réalistes et hétérogènes, ou parfaitement ciblées dans le but de tester la crédibilité du simulateur.

### Sujet du stage

Le stage porte sur deux parties distinctes : une partie recherche ciblée sur les **techniques d'apprentissage multi-agents** (implémenter, comparer des techniques). Une partie **ingénierie** relative à la plateforme de simulations proposée, impliquant différents développements avec l'objectif d'obtenir des résultats concernant le champ d'application choisi, que l'on puisse montrer aux décideurs de la métropole ou à nos partenaires SHS.

## Scénarios

Le premier scénario consistera à simuler différents **modes de mise en œuvre de la ZCR** sur Lyon (périmètre de la zone, modalités d'accès, modalités de contrôle) pour une ville simulée comportant les usagers et les acteurs du TMV, en évaluant son impact sur la qualité de l'air et la satisfaction des agents.

L'**impact social** serait d'autre part intéressant à étudier mais ce travail repose sur une collaboration avec un laboratoire SHS qui est en cours de discussion : il s'agirait d'étudier quelles populations vont être plus spécifiquement touchées par la ZCR, et comment vont ainsi être transformés les quartiers concernés.

## Travail à faire

Après une phase de prise de connaissance de l'existant, le travail concernera les points suivants, à affiner avec le stagiaire selon ses préférences :

- **Bibliographie** sur les travaux de modélisation multi-agents et d'apprentissage, permettant de représenter l'adaptation de politiques [5, 6];
- **Prise en main** de la plateforme SmartGov et **intégration** de la couche politique au simulateur de la ZCR (à ce jour, ce sont 2 projets distincts, mais le simulateur ZCR a été développé à partir de SmartGov, la fusion ne devrait donc pas demander trop de travail) ;
- Dans l'architecture générique proposée, il faudra permettre de considérer des **séquences de comportements**, et des **phases** de changement de comportement. On étudiera aussi la notion de **méta-actions** et de **variantes d'actions**, dans la lignée de la simulation multi-niveaux ;
- Il faudra d'autre part travailler sur les **comportements possibles** du champ applicatif (étendre ceux proposés) et identifier de nouvelles **actions politiques** associées à la mise en place de la ZCR (par ex. les modalités d'accès, le contrôle, etc.) [6];
- Au niveau de l'apprentissage, nous aimerions tester **d'autres algorithmes d'apprentissage**, et en comparer les résultats sur un scénario basique [7] ;
- Travail sur l'IHM : élaboration **des interactions** avec le décideur, pour à la fois définir les comportements des agents de façon conviviale, et paramétrer la simulation. Proposer des **visualisations** claires et intelligibles permettant à l'utilisateur de comprendre la politique proposée (affichage des indicateurs, des actions prises, etc.), de proposer des actions, et de pouvoir effectuer différents ajustements pour la simulation [8] ;
- Si le scénario sur l'impact social est choisi, il faudra ajouter des **critères sociaux** aux agents / usagers (données de l'INSEE).

## Références

- [1] **P. Breugnot**, Urban policies design through multi-agent simulation and interaction loops: impact of Low Emission Zones on pollutant emissions in the case of Urban Goods Transport, Rapport de stage M2 IA (2019)
- [2] **S. Pageaud, V. Deslandres, V. Lehoux, S. Hassas**, Co-Construction of Adaptive Public Policies using SmartGov, 29th International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI 2017)
- [3] **S. Pageaud**, SmartGov : une architecture générique pour la co-construction de politiques urbaines basée sur l'apprentissage par renforcement multi-agent, thèse de doctorat, LIRIS, Univ. Lyon1 (sept. 2019)
- [4] **S. Pageaud, V. Deslandres, V. Lehoux, S. Hassas**, Multiagent Learning and Coordination with Clustered Deep Q-Network, 18th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2019)
- [5] **K. Tuyls and K. Tumer**, Multiagent Learning, chapter 10, pages 423-483. MIT Press, second edition (2013)

- [6] **N. Gilbert, P. Ahrweiler, P. Barbrook-Johnson, K. Preethi Narasimhan, H. Wilkinson**, Computational Modelling of Public Policy: Reflections on Practice, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 21(1) 14, 2018
- [6] **M. Seppecher**, Modélisation multi-agents pour une politique de Zone de Circulation Restreinte sur la ville de Lyon : élaboration de la population synthétique et modélisation des comportements, *Rapport de stage M2 IA, LIRIS SMA* (2018)
- [7] **S. Pageaud, V. Deslandres, V. Lehoux, S. Hassas**, Application du Clustered Deep Q-Network aux Politiques Tarifaires, *Conf. Nationale sur les Applications Pratiques de l'Intelligence Artificielle (APIA 2019)*
- [8] **N. Benn and A. Macintosh**, PolicyCommons — Visualizing Arguments in Policy Consultation. 4th International Conference on Electronic Participation (ePart), Kristiansand, Norway, pp.61-72, (Sept. 2012)