

# UNIVERSITE CLAUDE BERNARD – LYON I

## DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT (Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : 12 décembre 2016

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Maxime GUERIAU**

Titre de la thèse : « Systèmes multi-agents, auto-organisation et contrôle par apprentissage constructiviste pour la modélisation et la régulation dans les systèmes coopératifs de trafic. »

### Résumé de la thèse

Dans un proche futur, les véhicules connectés et autonomes remplaceront nos véhicules actuels, et il sera nécessaire de repenser intégralement la mobilité. Le conducteur, avec ses lacunes, sera de plus en plus assisté, et un jour détrôné par un système embarqué, capable d'agir plus rapidement, tout en ayant une représentation plus précise et fiable de son environnement de navigation. Pourtant, il reste encore du chemin à parcourir avant d'arriver à un tel stade de maturité : l'environnement du véhicule est complexe, imprévisible et conflictuel, car partagé avec d'autres acteurs de la mobilité.

Ce travail de thèse vise à anticiper l'arrivée de ces nouveaux véhicules afin de proposer des comportements coopératifs au niveau des véhicules et de l'infrastructure tout en permettant un contrôle décentralisé de ce type de système complexe. Dans le cadre d'une approche multi-agents et d'une architecture distribuée, nous proposons d'abord une modélisation par couplage des dynamiques physique et communicationnelle, auxquelles s'ajoute une intégration de la fiabilité de l'information (confiance).

L'étape suivante a été de développer un cadre de simulation propice à l'implémentation de nos modèles dans le cas des véhicules connectés. Nous introduisons un nouveau simulateur de trafic, construit comme une extension d'une plateforme existante, au sein duquel les flux d'informations entre les véhicules et avec l'infrastructure prennent la forme d'échanges de messages. Toutes les informations du système proviennent de capteurs, et toutes les entités, modélisées comme des agents, sont autonomes dans leur prise de décision. De nouvelles formes de contrôle sont désormais envisageables en utilisant des consignes transmises par l'infrastructure communicante. Le couplage des dynamiques assure la cohérence et l'interdépendance des différents modèles dans le simulateur. Nous montrons en simulation que, grâce à l'intégration d'informations supplémentaires via la communication, les véhicules, modélisés par un modèle microscopique multi-anticipatif bilatéral, sont capables de réduire l'effet de perturbations propagées au sein d'un flux.

En termes de stratégies de contrôle, une des problématiques principales est de garantir une forme de contrôle qui s'adaptera aux différentes phases de déploiement des systèmes coopératifs. L'analogie avec des problèmes de l'IA (problème de cognition) nous a mené à

traiter le problème de manière plus abstraite : comment permettre à un système autonome de contrôler son environnement. Les approches constructivistes, que nous avons retenues, modélisent le processus de cognition comme un phénomène de construction itératif. Pour le trafic coopératif, l'avantage est de disposer d'un système capable de générer ses propres stratégies, en utilisant ou non des connaissances expertes, et de les faire évoluer au cours du temps pour s'adapter aux véhicules composant le flux. Les résultats de notre approche sont présentés dans deux cadres de simulation. Le premier est un prototype visant à illustrer les comportements de bas niveau dans un environnement simplifié. Nous montrons que le modèle est capable dans ce cadre de combiner différentes représentations individuelles pour construire une représentation et de s'adapter à différents contextes en les recombinaison dynamiquement. Puis, dans le cadre de simulation du trafic coopératif, les résultats laissent entrevoir le potentiel de notre approche dans des applications réelles.