

# Thèse CIFRE

## « Ecosystème de simulation de conduite augmentée pour l'étude de la conduite autonome »

---

Laboratoires de recherche d'accueil

- **Institut Image**, Arts et Métiers ParisTech : Pr Andras Kemeny
- **CRIStAL**, Université de Lille 1 : Pr Philippe Matthieu

## 1. THEME DE RECHERCHE

**La conduite autonome, connectivité et coopération inter-simulateurs** pour des études multiconducteurs ou mixtes conducteur/véhicule autonome (ex : magicien d'oz)

**Ecosystème de simulation :**

- **Environnement :**
  - Trafic intelligent
  - Infrastructures intelligente (programmables, communicantes avec les véhicules, signalisation,...)
  - Communication inter véhicules
  - Scénarisation des use-cases (par ex. ajustements en « micro-traffic »)
- **Véhicule**
  - Utilisation de systèmes techniques de l'entreprise
  - Intégration de systèmes spécifiques à développer
- **Conducteur**
  - Agent d'un système mixte conduite autonome / conduite manuelle multi-véhicules
  - Outils de mesure et d'analyse du comportement du conducteur

## 2. THEMATIQUE : GENERATION DE TRAFIC

La conception d'un simulateur de conduite réaliste passe par la réalisation d'un générateur de trafic efficace. Le simulateur de conduite a pour objectif de fournir à l'humain intégré dans la simulation un environnement physique réaliste, notamment un habitacle standard lui permettant d'agir dans la simulation avec les commandes classiques du véhicule. Le générateur de trafic

quant à lui, a pour objectif de fournir une situation simulée crédible afin d'immerger le cobaye humain dans une situation conforme à celle qu'il est susceptible de rencontrer dans la réalité. C'est le générateur de trafic qui permet, par ses différents paramétrages de constituer un environnement plus ou moins stressant pour l'humain, afin de pouvoir étudier ses réactions. La réalisation d'un générateur de trafic pertinent est donc une étape clé dans un système général de simulation de conduite.

## **2.1. L'AVANTAGE DES SMA POUR LA SIMULATION GEOGRAPHIQUEMENT SITUEE**

La réalisation d'un générateur de trafic réaliste rentre dans le cadre général de la simulation. Le paradigme de simulation dominant consiste à utiliser l'ordinateur comme outil de calcul pour l'intégration de modèles exprimés sous forme mathématique, par exemple au moyen d'équations différentielles ordinaires. Cela correspond à une approche macroscopique de la simulation dans laquelle tous les individus sont considérés comme équivalents et interchangeables : seul leur comportement moyen est représenté. De plus, les aspects spatiaux et temporels du phénomène modélisé sont difficiles voire impossibles à prendre en compte.

Pour que les conducteurs simulés soient réalistes, il est au contraire indispensable de reproduire la grande liberté de comportements qu'ils sont susceptibles d'adopter ainsi que leur adaptation aux réactions du pilote humain (mécanismes de feedback, d'apprentissage, de renforcement, etc ...). Les techniques de pointe actuelles en Intelligence Artificielle offrent des outils permettant de fournir une modélisation centrée individus, avec différenciation comportementale et individualisation des décisions.

Les systèmes multi-agents sont l'outil de prédilection de ces modèles centrés individus. Leur usage a déjà été éprouvé dans de nombreuses disciplines allant de la biologie cellulaire à la finance computationnelle en passant par la simulation de foules. En permettant la modélisation d'individus dans un environnement spatialisé et dynamique, ils constituent un véritable laboratoire virtuel permettant des expériences variées.

## **2.2. MODELISATION DU COMPORTEMENT CONDUCTEUR**

Grâce à l'approche centrée Interactions, la modélisation du comportement du conducteur est grandement facilitée. Dans un premier temps, le comportement "à gros grain" peut être représenté à travers la matrice d'Interactions en permettant une discussion avec les experts pour la validation. Les interactions elles-mêmes sont des règles explicites conditions/actions d'ordre 1 qui sont construites par combinaison de primitives abstraites. Ces primitives correspondent aux capacités élémentaires de perception et d'action des diverses familles d'agents. Bien évidemment l'élaboration de ces interactions et des primitives nécessaires doit faire l'objet d'une validation par les experts du domaine ; toutefois leur formulation explicite facilite grandement cette étape (par

rapport aux approches classiques dans lesquelles cette part du comportement n'existe que sous forme de code).

### **2.3. APPLICATION DANS LE SIMULATEUR DE CONDUITE**

L'un des avantages d'une approche centrée individus pour le générateur de trafic est qu'il est très aisé d'injecter des données réelles (calibration) dans le simulateur ou réciproquement, d'agréger des comportements individuels en flux pour n'importe quel point du réseau.

## **3. BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Lacroix B., Mathieu P., Kemeny A., (2013). Formalizing the Construction of Populations in Multi-Agent Simulations. *Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 26, no. 1, pages 211-226
- [2] Lacroix B., Mathieu P., (2012). Automated generation of various and consistent populations in multi-agent simulations. *Proceedings of the 10th International conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agents Systems (PAAMS'2012)*, pages 127-128, Spain, Salamanca
- [3] Lacroix, B., (2009). Normer pour mieux varier ? La différenciation comportementale par les normes, et son application au trafic dans les simulateurs de conduite. Thèse de doctorat, Université Lille 1
- [4] Kubera Y., Mathieu P., Picault S., (2011). IODA: An interaction-oriented approach for Multi-Agent Based Simulations. *Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Vol. 23, no. 3, pages 303-343
- [5] Kemeny A., Panerai F. (2003) Evaluating perception in driving simulation experiments *Trends in Cognitive Sciences*, 7(1):31-376
- [6] Mathieu P., Picault S., (2011). An Interaction-Oriented Model for Multi-Scale Simulation. In *Proceeding of the twenty second International joint conferences on Artificial Intelligence (IJCAI 2011)*, pages 332-337, Spain, Barcelona