

## Outils de réalité mixte pour la simulation et l'élaboration de comportement de véhicules autonomes en milieu urbains

### **Contexte :**

Développer des algorithmes de contrôle et de perception pour des véhicules autonomes est une activité qui peut s'avérer chronophage si ce développement se fait directement au niveau matériel sur véhicule réel. Ce temps de développement peut être lié à plusieurs facteurs tels que la résolution de problèmes matériels, la disponibilité des véhicules, les conditions climatiques, la mise au point du code et de son adaptation aux ressources matérielles... De plus certaines expérimentations sont parfois difficiles à reproduire, en particulier lorsqu'il s'agit de faire des manipulations avec des obstacles mobiles ou dans le cadre de scénarios critiques pour lequel l'intégrité physique du véhicule peut être mis en péril. Bien que l'expérimentation réelle ne puisse pas être remplacée intégralement, de nombreux laboratoires et entreprises ont recours à des outils de simulation pour le développement et la mise au point des algorithmes de perception et de contrôle. Cependant, ces outils aussi précis peuvent-ils être, ne remplacent pas intégralement l'expérimentation en particulier pour la partie perception. Néanmoins, ils présentent un certain nombre d'avantages en termes de reproductibilité des scénarios par exemple. En parallèle à ces deux types d'évaluation des véhicules autonomes, des méthodes de simulation « Hardware in the Loop » (HIL) ont également fait leur apparition permettant d'évaluer la pertinence et l'efficacité de composants réels dans un environnement de simulation contrôlé [1].

### **Objectif :**

L'objectif de cette thèse est d'étendre ce concept HIL en mettant en place une solution de simulation permettant d'approfondir le concept de simulation en réalité mixte (ou hybride) en utilisant à la fois des éléments réels (capteurs, véhicules...) et des éléments simulés (capteurs, obstacles, trafic, véhicule...). Cette solution de simulation devra en outre être évaluée et testée sur des cas concrets impliquant un ou plusieurs véhicules autonomes dans un environnement de test simplifié puis dans un écosystème urbain.

Ainsi le travail demandé pourra se décomposer selon les étapes suivantes :

- A partir des outils de simulation développés au sein du laboratoire LE2I [2], [3], [4] ou d'outil de simulation du commerce développé avec des entreprises partenaires [5], développer des fonctionnalités permettant la cohabitation et l'interaction entre différents composants qu'ils soient réels et/ou virtuels.
- Tester les nouvelles fonctionnalités sur des cas critiques impliquant un faible nombre de véhicules autonomes (train de véhicules hybride virtuel/réel [4], évaluation d'algorithmes d'évitement d'obstacle avec véhicules réels et obstacles simulés, utilisation de capteurs réels sur des véhicules virtuels)
- Étendre les outils de simulation de façon à pouvoir évaluer les fonctionnalités des véhicules autonomes dans un écosystème urbain en réalité mixte et de mesurer les implications sur celui-ci. Dans ce cadre, on pourra par exemple étudier l'influence de l'utilisation de véhicules autonomes sur des situations d'inter-blocage à des carrefours [6].

**Encadrants :** Abdel-Jalil Abbas Turki (MCF), Franck Gechter (MCF-HDR)

## Références :

- [1] **A New Approach for Fpga-Based Real-Time Simulation of Power Electronic System with No Simulation Latency in Subsystem Partitioning**, Chen LIU, Fei GAO, Rui MA, and **Franck GECHTER**. In International Journal of Electrical Power and Energy Systems, vol. 99, pp. 650-658, Elsevier, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.01.053>.
- [2] **Vips: a Simulator for Platoon System Evaluation**, Baudouin DAFFLON, Maxime GUERIAU, and **Franck GECHTER**. In Simulation Modelling Practice and Theory (SIMPAT), vol. 77, pp. 157-176, 2017.
- [3] **Towards a Hybrid Real/virtual Simulation of Autonomous Vehicles for Critical Scenarios**. **Franck GECHTER**, Baudouin DAFFLON, Pablo GRUER, and Abderrafiaa KOUKAM. In Proc. of The Sixth International Conference on Advances in System Simulation (SIMUL 2014), 2014.
- [4] **Virtual Intelligent Vehicle Urban Simulator: Application to Vehicle Platoon Evaluation** **Franck GECHTER**, Jean-Michel CONTET, Olivier LAMOTTE, Stéphane GALLAND, and Abderrafiaa KOUKAM. In Simulation Modelling Practice and Theory (SIMPAT), vol. 24, pp. 103-114, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.simpat.2012.02.001>.
- [5] <https://ipg-automotive.com/products-services/simulation-software/carmaker/>
- [6]