



**HAL**  
open science

## **Prise de Position : Projet C2C – Véhicules connectés et acceptabilité par l’humain**

Filipo Studzinski Perotto, Stéphanie Combettes, Valérie Camps, Fabien Michel, Kristell Aguilar Alarcon, Loïc Caroux, Maxime Delmas, Marie-Pierre Gleizes, Elsy Kaddoum, Elodie Labeye, et al.

### ► **To cite this version:**

Filipo Studzinski Perotto, Stéphanie Combettes, Valérie Camps, Fabien Michel, Kristell Aguilar Alarcon, et al.. Prise de Position : Projet C2C – Véhicules connectés et acceptabilité par l’humain. JFMS 2020 - 3e Journées Francophones de la Modélisation et de la Simulation, Nov 2020, Cargèse, France. pp.25-28. hal-03120823

**HAL Id: hal-03120823**

**<https://hal.science/hal-03120823>**

Submitted on 17 Mar 2021

**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.

# Prise de Position : Projet C2C – Véhicules Connectés et Acceptabilité par l’Humain

## Position Paper : C2C Project – Connected Cars and Human Acceptability

Filipo S. Perotto<sup>1</sup>      Stéphanie Combettes<sup>1</sup>      Valérie Camps<sup>1</sup>      Fabien Michel<sup>2</sup>  
Kristell Aguilar-Alarcon<sup>1</sup>      Loïc Caroux<sup>3</sup>      Maxime Delmas<sup>3</sup>      Marie-Pierre Gleizes<sup>1</sup>  
Elsy Kaddoum<sup>1</sup>      Elodie Labeye<sup>3</sup>      Céline Lemerrier<sup>3</sup>      Guilhem Marcillaud<sup>1</sup>  
Pierre-Vincent Paubel<sup>3</sup>      Franck Perret<sup>4</sup>      Maxime Peron<sup>4</sup>

<sup>1</sup> IRIT, Université de Toulouse - Paul Sabatier, Toulouse, France

<sup>2</sup> LIRMM, Université de Montpellier, Montpellier, France

<sup>3</sup> CLLE, Université Toulouse Jean-Jaures, Toulouse, France

<sup>4</sup> OKTAL-SYDAC, Toulouse, France

{filipo.perotto, stephanie.combettes, valerie.camps}@irit.fr, {fmichel}@lirmm.fr

### Résumé :

Cet article présente les grandes lignes du projet C2C (*Cooperation Between Connected Cars and Human Acceptability*) qui s’intéresse à l’utilisation d’un environnement de simulation du trafic routier basé sur une architecture multi-agent. Les objectifs sont, d’une part, de modéliser et de simuler une flotte de véhicules ayant différents niveaux d’autonomie et de coopération pour étudier et améliorer la sécurité sur les routes de demain ; d’autre part c’est d’étudier l’acceptabilité de l’intégration de ce nouveau type de véhicule dans le trafic par les usagers de la route.

### Mots-clés :

Systemes multi-agents, Simulation de trafic, Véhicule Autonome et Connecté.

### Abstract:

This paper presents the outline of the C2C project (*Cooperation Between Connected Cars and Human Acceptability*) which deals with the use of a road traffic simulation environment based on a multi-agent architecture. C2C objectives are to model and simulate a fleet of vehicles with different levels of autonomy and cooperation in order to study and improve safety on tomorrow’s roads. C2C has also to study the acceptability of the integration of this new type of vehicle in traffic by road users.

### Keywords:

Multiagent Systems, Traffic Simulation, Connected and Autonomous Vehicle.

## 1 Introduction

Le marché global des *Véhicules Autonomes et Connectés* (VACs) est en plein essor [3]. Des voitures capables d’assurer pleinement les

tâches de conduite – autonomie de niveaux 4 et 5 [6] – arrivent prochainement sur nos routes [4] avec la promesse d’améliorer la sécurité routière. Pourtant, plusieurs verrous technologiques sont encore à lever avant que ces prototypes puissent intégrer le réseau routier : par exemple, (1) adapter les réseaux de télécommunication pour leur permettre de gérer la quantité de données supplémentaires et leur sécurisation, (2) définir un cadre légal et réglementaire aux niveaux national et international, (3) accroître surtout la robustesse des IAs qui vont prendre le contrôle de ces véhicules.

Il sera indispensable, après avoir fiabilisé un véhicule, d’étudier comment plusieurs VACs vont pouvoir interagir afin de maximiser la sécurité du collectif, le confort des passagers et produire une mobilité intelligente. Il sera également important de prendre en compte l’acceptabilité par l’humain des ces nouveaux types d’interaction (avec les VACs) [2], afin d’assurer un bon déploiement de ce nouveau mode de transport.

Entre humains, dans un contexte d’interaction routière, des indices d’ordres corporel et facial sont renvoyés et interprétés mutuellement

lors d'une prise de décision. Par exemple, un piéton souhaitant traverser la chaussée regarde le conducteur de la voiture arrivant pour savoir s'il a été vu. Un VAC n'offrira pas à l'humain de tels indices, rendant plus difficile la compréhension des décisions prises par l'IA, ainsi que l'adoption d'un comportement adapté. L'utilisation d'outils de simulation immersive est actuellement une alternative privilégiée par l'industrie pour accélérer le développement de ces technologies [8]. C'est dans ce contexte que s'insère le projet C2C<sup>1</sup>. Issu d'un partenariat composé des laboratoires IRIT<sup>2</sup>, CLLE<sup>3</sup>, et LIRMM<sup>4</sup>, et de l'entreprise OKTAL<sup>5</sup>, C2C est financé par la région Occitanie pour 3 ans (2019-2022).

À travers l'utilisation d'un simulateur physique intégrant le logiciel SCANeR Studio® (fig. 1), C2C a deux objectifs complémentaires : (i) étudier la problématique de la coordination d'un collectif de véhicules autonomes et connectés dans un trafic mixte ; (ii) étudier son acceptabilité et son appropriation par les divers usagers de la route.

Dans la suite de l'article, la section 2 décrit les objectifs du projet, la section 3 justifie le choix du simulateur, et la section 4 présente les conclusions.

## 2 Objectifs du Projet

Le projet C2C se focalise sur les environnements urbains dans lesquels l'infrastructure routière est partagée à la fois par des véhicules



Figure 1 – Simulateur de conduite CompactSim pour simuler un passager-superviseur transporté par un véhicule autonome et connecté.

et des humains (piétons, cyclistes, etc.) dans un trafic mixte, caractérisé par la coexistence de différents types de véhicules à différents niveaux d'autonomie (autonome, semi-autonome, non-autonome), communicants ou non.

Un premier objectif de C2C est d'utiliser la simulation pour réaliser des expérimentations ergonomiques avec des humains transportés par des VACs dans ce type d'environnement. Les sujets sont plongés dans des scénarios réalistes de conduite, pouvant présenter des situations critiques d'interaction entre plusieurs véhicules (accès à un rond point, croisement, etc.), et dans lesquels des événements imprévus peuvent apparaître contextuellement. Cela permet de mesurer et de comprendre les situations qui génèrent inconfort ou peur.

Dans les différents scénarios, le rôle pris par la personne installée dans le simulateur peut varier : il peut être le conducteur d'un véhicule non autonome, un passager dans un VAC, ou enfin le passager-superviseur dans un véhicule de niveau 3 d'autonomie (dans lequel il pourra dévier son attention du contexte de la route, mais restant néanmoins prêt à reprendre le contrôle de la conduite si besoin). A partir du résultat de ces expériences, des stratégies de communication machine-humain pourront être proposées, testées, puis validées à l'aide du simulateur, ayant pour but d'expliquer les actions prises par l'IA et ainsi favoriser l'acceptabilité

1. *Cooperation Between Connected Cars and Human Acceptability*, <https://www.irit.fr/smac/C2C>

2. *Institut de Recherche en Informatique de Toulouse*, <https://www.irit.fr>

3. *Laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie*, <https://clle.univ-tlse2.fr>

4. *Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier*, <http://www.lirmm.fr>

5. Oktal Sydac (<https://www.oktalsydac.com>), actionnaire majoritaire d'AVSimulation (<https://www.avsimulation.fr>), développeur du logiciel de simulation SCANeR Studio®

de ces véhicules.

Un second objectif de C2C est de mettre en place une coopération entre véhicules du collectif à travers l'échange d'informations. Ces informations doivent être de haut niveau dans la mesure où il ne s'agit pas d'intégrer les données des capteurs des autres voitures mais bien des informations ayant une grande valeur ajoutée : présence d'un piéton ou d'un véhicule sur un segment non visible, freinage d'urgence impossible à détecter localement, etc.

Les véhicules et/ou infrastructures dans un même voisinage peuvent communiquer et partager leurs perceptions locales [7]. Ainsi, un VAC peut disposer, en plus de sa propre interprétation sur les objets détectés ainsi que leurs positions et trajectoires respectives, de l'interprétation donnée par les autres véhicules ou équipements communicants. Cette information supplémentaire peut lui servir à anticiper la présence d'un objet qu'il n'avait pas détecté (e.g. caché par un obstacle), complétant ainsi la représentation de son environnement, mais aussi à corriger la précision de ses propres perceptions.

Le voisinage d'un VAC constitue un système dynamique et ouvert, dans lequel des véhicules arrivent et partent à tout moment. Une information reçue par le VAC et provenant de son voisinage peut différer ou être en contradiction avec ses propres perceptions, voire avec d'autres informations déjà reçues. Pour déterminer la fiabilité des informations échangées, un VAC doit associer un indice de confiance à chaque véhicule voisin avec qui il communique. Cet indice lui sert à déterminer si et comment l'information reçue doit être prise en compte.

Un VAC peut également communiquer ses intentions à son voisinage, permettant ainsi aux autres véhicules d'anticiper des changements de trajectoire ou de vitesse et ainsi d'adapter leurs propres actions respectives. Certains conflits mis en évidence par le partage d'intentions entre véhicules peuvent être résolus de

manière plus efficace par la mise en place de protocoles de négociation et/ou de coopération entre véhicules concernés.

Pour répondre à ces deux objectifs, le projet C2C proposera une architecture multi-agent coopérative représentant un collectif de véhicules. Un agent représente un véhicule et a pour rôle d'assurer la communication et la coordination entre le véhicule et les autres entités. C2C doit identifier les perceptions et actions nécessaires à une prise de décision efficace de cet agent. Le processus de décision des agents *véhicule* doit permettre d'établir les premières spécifications utilisées pour concevoir l'API implémentée entre l'agent et le simulateur, comme illustré dans la figure 2.

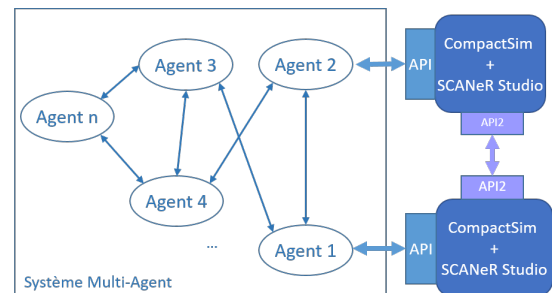


Figure 2 – Architecture de l'environnement de simulation intégrant deux simulateurs physiques.

### 3 Simulateur

L'entreprise Oktal, développeur du simulateur physique CompactSim (fig.1), est le partenaire industriel du projet C2C. Le projet dispose de deux simulateurs distants qui permettent chacun d'immerger un conducteur ou passager-superviseur dans un environnement de conduite, pour observer son comportement (comportement visuel, charge mentale, etc.) dans un véhicule d'autonomie de niveau 3 à 5 [6], et pour étudier ses réactions dans un tel environnement.

CompactSim utilise le logiciel SCANeR Studio®, qui fait partie des simulateurs haut-de-gamme permettant une simulation microscopique du trafic, tel que SUMO [1],

GAMA [5], ou MATISSE [9]. Il est flexible au niveau des événements à gérer et des scénarios.

D'un point de vue technique, SCANeR Studio<sup>®</sup> déploie une simulation à temps discret. Les règles qui définissent le déclenchement des événements d'un scénario sont dépendantes de la fréquence de fonctionnement de la simulation. Ce choix permet d'être plus représentatif du fractionnement temporel inhérent aux équipements embarqués dans une voiture (une caméra, un LIDAR, etc. étant eux aussi à temps discret) et à leurs unités de traitement notamment.

Comme le projet C2C aborde aussi les aspects ergonomiques, la vue subjective du conducteur ou passager-superviseur est indispensable. L'intégration du software avec un simulateur physique autorisant un degré élevé d'immersion est donc un besoin.

## 4 Conclusion

Dans un environnement routier intégrant des véhicules de niveaux d'autonomie variés, une coopération entre ces véhicules doit s'établir afin d'optimiser le confort ainsi que la sécurité pour tous les usagers de la route, et de favoriser une mobilité intelligente. Cela implique d'une part une redéfinition du rôle de l'humain dans l'activité de conduite, ou plus généralement de la façon dont il va interagir avec cet environnement dynamique, et d'autre part une adaptation des VACs à leur environnement en tenant compte des entités qu'elles soient communicantes ou non.

Le projet C2C, qui, à ce jour, n'est qu'à ses débuts, ambitionne de contribuer à la définition d'une architecture multi-agent afin de rendre coopératif un collectif de VACs. La deuxième contribution portera sur la détermination des informations qui sont pertinentes à communiquer entre véhicules parmi l'ensemble de données récupérées à partir des leurs capteurs, ainsi que les informations pertinentes à prendre en compte, en provenance d'autres véhicules du

voisinage. La troisième contribution s'appuiera sur les compétences en ergonomie cognitive et en informatique des partenaires impliqués dans le projet pour développer des solutions innovantes concernant les interactions entre humains et VACs, Les évaluations seront réalisées à l'aide des simulateurs CompactSim dotés du logiciel SCANeR Studio<sup>®</sup>. Enfin, C2C proposera des recommandations favorisant l'acceptation et l'appropriation par l'humain de ces véhicules, critères décisifs pour une transformation durable de ce système de transport.

### Remerciements :

Les partenaires du projet remercient la Région Occitanie pour le financement de ce travail.

## Références

- [1] P. Alvarez Lopez, M. Behrisch, L. Bieker-Walz, J. Erdmann, Y.-P. Flötteröd, R. Hilbrich, L. Lücken, J. Rummel, P. Wagner, and E. Wießner. Microscopic traffic simulation using sumo. In *21<sup>st</sup> IEEE Int. Conf. on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, pages 2575–2582, 2018.
- [2] E. Fraedrich and B. Lenz. *Societal and Individual Acceptance of Autonomous Driving*, pages 621–640. Springer, Berlin, Heidelberg, 2016.
- [3] A. Jadhav. *Autonomous Vehicle Market by Level of Automation (Level 3, Level 4, and Level 5) and Component (Hardware, Software, and Service) and Application (Civil, Robo Taxi, Self-driving Bus, Ride Share, Self-driving Truck, and Ride Hail) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2019-2026*. Allied Market Research, 2018.
- [4] T. A. Litman. *Autonomous Vehicle Implementation Predictions : Implications for Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute, 2020.
- [5] Taillandier P., Gaudou B., Grignard A., Huynh Q.-N., Marilleau N., Caillou P., Philippon D., and Drogoul A. Building, composing and experimenting complex spatial models with the gama platform. *Geoinformatica*, 23(10) :299–322, 2019.
- [6] SAE. *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*, 2018.
- [7] A. Sharif, J.P. Li, and M.A. Saleem. Internet of things enabled vehicular and ad hoc networks for smart city traffic monitoring and controlling : A review. *Int. J. of Advanced Networking and Applications*, 10(3) :3833–3842, 2018.
- [8] S. Sovani. Simulation accelerates development of autonomous driving. *ATZ worldwide*, 119(9) :24–29, 2017.
- [9] B. Torabi, M. Al-Zinati, and R. Zalila-Wenkstern. Matisse 3.0 : A large-scale multi-agent simulation system for intelligent transportation systems. *Advances in Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems, and Complexity – The PAAMS Collection*, pages 357–360, 2018.