



**HAL**  
open science

# Evaluations of the reliability, consistency and uniformity of speed and acceleration of autonomous vehicles.

## Results of various SAM project experiments

Pierre Cornemillot, S M Hassan Mahdavi Moghaddam, N. Bhourri

### ► To cite this version:

Pierre Cornemillot, S M Hassan Mahdavi Moghaddam, N. Bhourri. Evaluations of the reliability, consistency and uniformity of speed and acceleration of autonomous vehicles. Results of various SAM project experiments. 52ème Congrès de la mobilité intelligente ATEC ITS France, ATEC-ITS France, Jan 2024, Montrouge, France. hal-04768304

**HAL Id: hal-04768304**

**<https://hal.science/hal-04768304v1>**

Submitted on 5 Nov 2024

**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.



## **Évaluations de la fiabilité, de la consistance et de l'uniformité de la vitesse et de l'accélération des véhicules autonomes.**

### **Résultats de diverses expérimentations du projet SAM**

Pierre CORNEMILLOT, S. M. Hassan MAHDAVI MOGHADDAM et Neila BHOURI

Les véhicules automatisés font l'objet de nombreuses études ces dernières années. La plupart d'entre elles se trouve encore à stade expérimental, mais il est probable qu'ils s'intègrent progressivement dans le réseau urbain. Leur utilisation promet, avec une quasi-certitude, des bénéfices nombreux et variés, allant de la sécurité à l'optimisation des flux et des temps de trajet, en passant par des économies d'énergie et une réduction de la pollution. Cependant, ils impliquent aussi des nouveaux risques d'un point de vue éthique, social, technologique et économique, et cela nécessite d'avoir des méthodes claires pour les évaluer. Ces processus peuvent être assez longs et coûteux.

Les principales études existantes portent sur la sécurité et le comportement du véhicule dans des situations particulières, qui font partie des priorités aussi bien pour l'opérateur que pour l'utilisateur. Des interfaces et environnements d'IA ont été développés pour créer des simulations qui permettent de diminuer le nombre de tests réels et donc le temps d'évaluation, en se concentrant sur des situations spécifiques et en faisant les modifications nécessaires dès la conception du véhicule. En revanche, peu d'études ont été réalisées sur certains autres indicateurs de performances pourtant clés tels que la fiabilité d'un véhicule automatisé en termes de temps de trajet (que ce soit pour une navette, un taxi ou la voiture d'un particulier), ou encore la fiabilité de sa vitesse sur des sections importantes. Il paraît important de savoir comment se comporte le véhicule par rapport à des véhicules non-automatisés dans la même situation, et de pouvoir rassurer le client quant à ces informations.

Le Projet SAM (Sécurité et Acceptabilité de la Mobilité autonome) est un projet d'expérimentation de grande envergure de la mobilité autonome, lancé en France en juin 2019. Il s'inscrit dans le cadre de la quête de validation des performances des véhicules automatisés. Ce projet englobe un grand nombre de tests opérationnels sur le terrain portant sur six cas d'usage du véhicule automatisé (conduite autonome, valet de parking, VTC (véhicules de transport avec chauffeur), nouveaux services de mobilité collective ou partagée, transport public, livraison du dernier kilomètre) dans des conditions et milieux divers.

Cette diversité, bien qu'intéressante pour des évaluations qualitatives, se prête moins bien aux évaluations et aux comparaisons d'indicateurs quantitatifs classiques dans le domaine de la circulation routière. Dans nos évaluations, nous nous concentrons uniquement sur les indicateurs qui semblent les plus appropriés en fonction des données dont nous disposons, à savoir la variabilité/stabilité de l'accélération et la fiabilité de la vitesse, principalement grâce à un nouvel indicateur appelé "indice de consistance de la vitesse" ou "Speed Consistency". L'intérêt de cet indicateur réside dans l'analyse de la stabilité de la vitesse par rapport à sa valeur moyenne. Cela nous permet de comparer les véhicules autonomes dans différentes situations de conduite à différentes vitesses : sur autoroute (vitesse limite, VL = 110 km/h), sur route nationale (VL = 90 km/h), en milieu urbain (VL = 50 km/h et 30 km/h) ainsi qu'au Bois de Vincennes (environ 13 km/h).

Nous examinerons également des exemples de fiabilité du temps de parcours standardisés en fonction de la vitesse limite. De plus, nous analyserons la fiabilité du temps d'attente dans le cas d'une commande instantanée de trajet en VTC lorsque nous disposons de données provenant des passagers, en plus des données du véhicule.

Nos résultats montrent qu'un véhicule automatisé est capable de maintenir une vitesse constante lorsque l'état du trafic le permet, l'accélération reste très consistante et très fiable aussi bien sur autoroute que dans un environnement urbain dense et lent pour un véhicule privé comme pour un bus. Son comportement a été étudié dans une multitude de situations (dépassement, intersections, ronds-points ...). Toute déviation à celui-ci est explicable par des conditions particulières qui amènent des déviations similaires aux autres véhicules. Par conséquent, le temps de trajet est également majoritairement fiable, avec des incertitudes raisonnables. La mise en place de VTC a été étudiée dans la zone du plateau de Saclay avec seulement 4 véhicules, et les statistiques du temps d'attente des clients sont relativement proches de celles de différents Uber dans de grandes villes comme Toronto ou San Francisco. L'optimisation des chemins empruntés par chaque véhicule automatisé en fonction des commandes permet d'avoir un temps d'attente acceptable avec peu de véhicules.

L'exploitation des données des caméras installées dans les véhicules, qui filment l'extérieur en temps réel lors des mesures, offrira la possibilité d'obtenir des informations complémentaires telles que les conditions météorologiques, les conditions de trafic, et bien plus encore. L'analyse des interactions entre les véhicules automatisés et les véhicules avec conducteurs s'avérera particulièrement pertinente pour des évaluations futures. Cette perspective ouvre la voie à de nouvelles opportunités d'étude et de compréhension des performances et des défis liés à la mobilité autonome.



## Pierre Cornemillot

Institut VEDECOM, Mobilab  
Domaine des Nouvelles solutions de mobilité et énergies partagées, Versailles, France  
Université Paris-Saclay, Département de Mathématiques appliquées, Saclay, France  
Mail : [pierre.cornemillot@vedecom.fr](mailto:pierre.cornemillot@vedecom.fr)



### Biographie

Pierre Cornemillot est un étudiant en dernière année de Master de Mathématiques appliquées à l'Université Paris-Saclay en France. Son domaine d'étude principal est l'Optimisation. Il a obtenu une double-licence de Mathématiques et Informatique à Paris-Saclay, ainsi qu'une licence de Physique fondamentale. Il est actuellement en stage à l'institut de recherche Vedecom. Il est intéressé par la Recherche opérationnelle, l'Analyse des données et la Mobilité durable.

## S. M. Hassan Mahdavi Moghaddam

Institut VEDECOM, Mobilab  
Domaine des Nouvelles solutions de mobilité et énergies partagées, Versailles, France  
Mail : [hassan.mahdavi@vedecom.fr](mailto:hassan.mahdavi@vedecom.fr)



### Biographie :

Dr. S. M. Hassan Mahdavi Moghaddam is an accomplished urban planner and transportation engineer with a diverse academic and research background. He holds a Ph.D. in Transportation Engineering from the Indian Institute of Technology Delhi and has worked as a Post-doctorate researcher at IFSTTAR, France. Currently, he serves as an Urban Transport Research Engineer at the Institute VEDECOM, department of New mobility solutions and shared energies in France, focusing on various urban mobility aspects, including MaaS, automated mobility services, urban resilience, mobility hub design, micro-mobility, traffic impact assessment, agent-based simulation, and traffic modeling. Dr. Mahdavi Moghaddam's expertise and research contributions are driving sustainable urban transportation solutions and enhancing urban mobility.

## Neila Bhouri

Université Gustave Eiffel ; laboratoire COSYS/GRETTIA ; Marne-La-Vallée  
Mail : [neila.bhouri@univ-eiffel.fr](mailto:neila.bhouri@univ-eiffel.fr)



### Biographie :

Neila Bhouri est docteur en automatique et habilitée à diriger les recherches (HDR) de l'université Paris Est Marne-La Vallée. Elle a consacré sa carrière à la recherche depuis 1999 au sein du laboratoire COSYS/GRETTIA de l'université Gustave Eiffel. Son domaine d'expertise se concentre sur la modélisation, la régulation et la qualité de service des transports multimodaux, avec un accent particulier sur la fiabilité et la résilience des réseaux de transport, notamment dans le contexte du transport public. Auparavant, elle a exercé en tant que Maître de conférences en Automatique et continue à enseigner, en master et en écoles d'ingénieurs, diverses matières liées aux transports, notamment les systèmes de transport intelligents, la planification des transports et la gestion des transports multimodaux.

Neila Bhouri occupe le poste de vice-présidente au sein du comité de l'IFAC (Fédération internationale de régulation automatique) dédié aux transports, et elle est également membre du comité industriel. Editrice de numéros spéciaux de revues (Transportation Research Part C, Control Engineering Practice, Sustainability), elle siège également dans des comités scientifiques de conférences de renom, tels que IEEE ITSC, IEEE ICVES, VEHITS, IFAC-CTS et Euro-EWGT. Au-delà de sa contribution à la recherche académique, elle met également ses compétences au service d'institutions de renom, notamment en effectuant des expertises pour des organisations telles que l'OCDE et le ministère français des transports.