

Acceptabilité de la mobilité routière automatisée et connectée :

Revue bibliographique des travaux 2023

Séminaire national sur l'acceptabilité de la mobilité routière automatisée et connectée

*Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM)
Direction des mobilités routières (DMR)
Transition et digitalisation des usages (TUD)*

Introduction

Le présent document présente une revue bibliographique des travaux réalisés sur l'acceptabilité du véhicule automatisé et plus généralement sur la mobilité routière automatisée au cours de l'année 2023. Ce document actualise les précédentes versions rédigées lors des séminaires sur l'acceptabilité du véhicule automatisé, dont la dernière revue bibliographique date d'octobre 2022.

L'acceptabilité du véhicule automatisé fait toujours l'objet d'un suivi au travers d'enquêtes globales, qui se font particulièrement rares en 2023. Par ailleurs, une étude de grande ampleur réalisée en 2022 au Royaume-Uni par le Département des transports britanniques se distingue par son approche exhaustive de compréhension de la perception du grand public vis-à-vis des véhicules sans-conducteurs, dans le but de déterminer des lignes directrices d'actions à mener par le gouvernement britannique centrée sur l'utilisateur. Cette enquête de grande envergure s'intéresse à différents types de mobilité automatisée dans différents territoires, caractérisés par des comportements et des offres de mobilité différents et un public peu avisé de la technologie.

En 2023, la recherche académique sur l'acceptabilité de la mobilité routière automatisée foisonne et peut être caractérisée par une bascule de l'analyse de l'acceptabilité des véhicules automatisés vers l'analyse de la mobilité routière automatisée. De cette manière, la mobilité automatisée est appréhendée comme une réelle solution de mobilité pour les usagers, intégrée dans le réseau de transport existant. De plus, les usagers ne sont plus seulement considérés comme des usagers potentiels mais sont intégrés à des programmes de tests et d'expérimentation permettant d'éprouver la technologie.

Le suivi de l'acceptabilité fait toujours l'objet, dans le cadre de la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée en France et en amont des premiers déploiements de services de transport routier automatisés, de séminaires, dont le 8^{ème} a lieu le 30 novembre 2023. Les échanges entre les différents acteurs sur les aspects sociétaux de la mobilité routière automatisée et connectée sont présidés par Madame Anne-Marie IDRAC, Haute responsable pour la stratégie de développement des véhicules automatisés. Pour alimenter les réflexions de ces séminaires, la DGITM, assure une veille des travaux académiques ainsi que des enquêtes réalisés.

L'organisation de ce document permet de mettre en avant la bascule caractéristique de la revue de littérature en 2023, de l'étude de l'acceptabilité du grand public à des analyses plus fines de l'intégration de la mobilité routière automatisée dans le système de transport existant, intégrant les aspects de propension à payer. La revue de littérature ainsi organisée met en exergue le passage de considérations globales sur les perceptions des usagers à des analyses plus précises sur une composante de l'acceptabilité ou une typologie d'usagers.

- (1) Présentation des deux enquêtes globales grand public réalisées aux Etats-Unis et sur un panel international de huit pays sur le véhicule automatisé et les systèmes d'aide à la conduite
- (2) Synthèse de l'exploration de grande ampleur réalisée au Royaume-Uni en 2022 sur des territoires peu sensibilisés à la technologie de la mobilité routière automatisée

Les parties suivantes présentent les tendances de l'acceptabilité de la mobilité routière automatisée de la recherche académique.

- (3) Présentation générale des grandes tendances sur l'acceptabilité des usagers par des revues de littérature et des enquêtes ciblées sur une population locale
- (4) Mise en lumière des travaux actuels sur les modèles comportementaux présentant les facteurs de l'acceptabilité des usagers
- (5) Intégration des typologies d'usagers dans l'évaluation de l'acceptabilité, notamment des usagers vulnérables de la route
- (6) Importance croissante des travaux sur la mobilité routière automatisée partagée, notamment dans le cadre des transports publics
- (7) Présentation de la propension à payer des consommateurs et prédictions sur les éventuelles perspectives de marché

Table des matières

1. Enquêtes de perception grand public	8
a. Technologies automobiles avancées, Association automobile américaine	8
b. Fonction automatisée ou système de conduite autonome, S&P Global Mobility	9
2. Enquête de grande ampleur sur la conduite automatisée au Royaume-Uni, Centre for Connected and Autonomous Vehicles (CCAV), Department for Transport, UK	14
3. Evolution des tendances de l'acceptabilité et de la perception grand public.....	23
c. Understanding and addressing the resistance towards autonomous vehicles (AVs). Nordhoff. Pre-print. (2023).....	23
d. Public discourse on automated vehicles in online discussion forums: A social constructionist perspective. Waltermann et al. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. Elsevier. (2023) 26	
e. Impact of Prior Knowledge about Autonomous Vehicles on the Public Attitude. Othman. Civil Engineering Journal. (2023).....	32
f. Human acceptance of autonomous vehicles: Research status and prospects. Zhang et al. International Journal of Industrial Ergonomics. Elsevier. (2023)	35
g. Who Really Wants Automated Vehicles? Determinant Factors of Acceptability Profiles in Portugal. Cunha et al. Applied Human Factors and Ergonomics International. (2023).....	43
h. Acceptance of Autonomous Vehicles in Turkey. Himmetoglu et al. Proceedings of 26th International Scientific Conference. Transport Means. (2022).....	44
i. The Effect of Acceptability and Personality on the Intention to Use Automated Vehicles among Chinese Samples. Qu et al. Journal of Advanced Transportation. (2021)	47
4. Facteurs de l'acceptabilité (confiance, sécurité perçue).....	49
j. Public Acceptance towards emerging Autonomous Vehicle Technology: A Bibliometric Research. Ho et al. Sustainability. (2022).....	49
k. User trust here and now but not necessarily there and then – A Design Perspective on Appropriate Trust in Automated Vehicles (AVs). Ekman. (2023)	53
l. The Delegation-Level Choice of an Automated Vehicle: An Analysis by Structural Equation Modeling. Bel and al. International Journal of Human-Computer Interaction. (2023).....	63
m. Behavioral acceptance of automated vehicles: The roles of perceived safety concern and current travel behavior. Nazari et al. (Pre-print). (2023)	68
n. Psychological factors affecting potential users' intention to use autonomous vehicles. Huang. PLoS ONE. (2023).....	71
o. What Makes Passengers Uncomfortable in Vehicles Today? An Exploratory Study of Current Factors that May Influence Acceptance of Future Autonomous Vehicles. Mims et al. SAE International. (2023).....	72
p. Analysis of Australian public acceptance of fully automated vehicles by extending technology acceptance model. Chen et al. Case Studies on Transport Policy. Elsevier. (2023)	75
q. Understanding Intention to Use Conditionally Automated Vehicles in Thailand, Based on an Extended Technology Acceptance Model. Sakuljado. Sustainability. (2022).....	77
r. Autres références	78
5. Adresser l'acceptabilité de certaines catégories d'utilisateurs (genre, âge, utilisateurs vulnérables dont cyclistes)	79

s.	Towards the development of an instrument for the assessment of road user automated vehicle acceptance: A pyramid of user needs of automated vehicles. Nordhoff et al. Preprint. (2023)	79
t.	Gender and age differences in the anticipated acceptance of automated vehicles: insights from a questionnaire study and potential for application. Weigl et al. Gender, Technology and Development. (2022).....	82
u.	Acceptance of self-driving cars among the university community: Effects of gender, previous experience, technology adoption propensity, and attitudes toward autonomous vehicles. Högye-Nagy et al. Transportation Research Part F. (2023).....	86
v.	Experience of drivers of all age groups in accepting autonomous vehicle technology. Classen et al. Journal of Intelligent Transportation Systems. (2023)	87
w.	Cyclists perception and self-reported behaviour towards interacting with fully automated vehicles, Li et al. Transportation Research Part A. Elsevier. (2023)	91
x.	Do first responders trust connected and automated vehicles (CAVs)? A national survey. Liu et al. Transport Policy. Elsevier. (2023)	95
6.	Evaluation de l'acceptabilité de la mobilité automatisée publique et partagée	101
y.	Review of studies on public acceptability and acceptance of shared autonomous mobility services: past, present and future. Bala et al. Transport Review. (2023)	101
z.	The Integration of Shared Autonomous Vehicles in Public Transportation Services: A systematic Review. Patella et al. Sustainability. (2023).....	104
aa.	Assessing Public Acceptance of Autonomous Vehicles for Smart and Sustainable Public Transportation in Urban Areas: A Case Study of Jakarta, Indonesia. Sitinjak. Sustainability. (2023) ...	106
bb.	Influence of real and video-based experience on stated acceptance of connected public transportation and autonomous vehicles in a transit mall: A hybrid choice modeling approach. Nangung et al. Transportation Research Part A. Elsevier. (2023)	109
cc.	To share or not to share, by whom is the question. Acceptability and acceptance of shared transport services by vulnerable groups. De Paepe et al. Transport Review. (2023)	115
7.	Les perspectives de marché comme point d'entrée de l'acceptabilité (propension à payer)	118
dd.	Synthesising the Existing Literature on the Market Acceptance of Autonomous Vehicles and the External Underlying Factors. Rezaei et al. Journal of Advanced Transportation. (2023).....	118
ee.	Willingness to Pay for Conditional Automated Driving among Segments of Potential Buyers in Europe. Skjeret et al. Journal of Advanced Transportation. (2023)	120
ff.	Autres références sur les perspectives de marché.....	123

Table des figures

Figure 1 : Attitude des conducteurs concernant les véhicules totalement automatisés (self-driving vehicles)	8
Figure 2 : Liste des 31 dispositifs d'aide à la conduite sur lesquels les participants ont été interrogés	9
Figure 3 : Part de l'importance accordée au niveau de sécurité concernant respectivement l'achat d'un véhicule, l'homologation et la propension à payer	10
Figure 4 : Proportion de l'échantillon ayant déjà testé les dispositifs liés à la sécurité	10
Figure 5 : Intérêt des consommateurs pour différents dispositifs d'aide à la conduite et de conduite automatisée	10
Figure 6 : Typologies d'environnements dans lesquels les consommateurs sont plus confiants d'utiliser des véhicules équipés de fonctions d'automatisation	12
Figure 7 : Trois véhicules utilisés sur chacun des trois sites d'expérimentation	15
Figure 8 : Fréquence d'apparition des 35 mots les plus courants dans les commentaires	24
Figure 9 : Processus méthodologique de l'étude à partir des deux canaux de discussions de Reddit.	27
Figure 10 : Cartographie des neufs régions conçues dans le cadre de l'étude pour l'agrégation des résultats	33
Figure 11 : Nombre de réponses reçues dans chaque région	33
Figure 12 : Classification des régions selon les résultats obtenus selon les différents paramètres	34
Figure 13 : Revue de littérature et processus de sélection des études	36
Figure 14 : Cadre commun de progression de la recherche sur les véhicules automatisés à partir de la revue des 94 publications	36
Figure 15 : Fréquences d'apparition et corrélations entre les six facteurs principaux dans la littérature. Les flèches bidirectionnelles correspondent à la fréquence à laquelle les deux facteurs sont liés. [PU : utilité perçue ; PEOU : facilité de l'usage perçue].	41
Figure 16 : Contextes et méthodologie des études faisant référence aux six facteurs.	42
Figure 17 : Cinq configurations du véhicules proposées aux répondants	46
Figure 18 : Distribution de la base d'articles selon la provenance des auteurs	50
Figure 19 : Cartographie bibliométrique des collaborations entre pays	51
Figure 20 : Cartographie bibliométrique des mots-clés apparaissant dans la revue de littérature	52
Figure 21 : Cartographie des mots-clés de l'acceptabilité au cours du temps	52
Figure 22 : Confiance des usagers avant et après l'introduction du droïde sur le campus	57
Figure 23 : Résultats du questionnaire de confiance	58
Figure 24 : Résultats du questionnaire de confiance des participants du grand public, usagers des transports en commun	59
Figure 25 : Effets des aspects contextuels de la confiance des usagers	59
Figure 26 : facteurs de confiance identifiés	60
Figure 27 : Aspects contextuels de la confiance	61
Figure 28 : Différents niveau de confiance en lien avec les niveaux de délégation choisis dans un contexte urbain. Les liens étoilés marquent les différences significatives relevées deux à deux entre les niveaux de délégation de conduite.	66
Figure 29 : Différents niveau de confiance en lien avec les niveaux de délégation choisis dans un contexte autoroutier. Les liens étoilés marquent les différences significatives relevées deux à deux entre les niveaux de délégation de conduite.	67
Figure 30 : Distributions statistiques des deux variables ordinaires liées à l'intention d'accepter les véhicules automatisés et les inquiétudes déclarées sur leur sécurité	68
Figure 31 : Indicateurs de préférences pour les attributs du véhicule	69
Figure 32 : Indicateurs de préférences déclarées de la mobilité partagée	70
Figure 33 : Modèle pyramidal de hiérarchisation des besoins de l'acceptabilité des usagers	79
Figure 34 : Conduite conditionnellement automatisée : moyennes et erreurs statistiques pour les trois facteurs indépendants comme fonction du genre et de l'âge [PRO : aspects positifs ; CON : inquiétudes ; NRDTs : autres activités que la conduite].	84
Figure 35 : Conduite totalement automatisée : moyennes et erreurs statistiques pour les trois facteurs indépendants comme fonction du genre et de l'âge [PRO : aspects positifs ; CON : inquiétudes ; NRDTs : autres activités que la conduite].	84
Figure 36 : Questions générales : moyennes et erreurs statistiques pour les deux facteurs d'adoption anticipée et de durabilité comme fonction du genre et de l'âge.	85
Figure 37 : Moyennes des attitudes envers les véhicules automatisés et acceptabilité de la technologie selon les sexes. Les barres d'erreur représentent un intervalle de confiance de 95 % autour de la moyenne.	87
Figure 38 : Résultats des enquêtes de perception sur les participants selon qu'ils aient testé en premier la simulation ou la navette automatisée, en fonction du moment où l'enquête a été réalisée.	90
Figure 39 : Scénario 1 - A quel point êtes-vous susceptible de faire un signal de la main pour prévenir de votre intention de tourner à droite ?	92

Figure 40 : Scénario 2 - A quel point êtes-vous susceptible de vous décaler ou de ralentir pour éviter une collision avec la portière ?	93
Figure 41 : Scénario 3 - A quel point êtes-vous susceptible de maintenir votre position dans la voie ?	93
Figure 42 : Distribution des âges des participants de l'enquête	96
Figure 43 : Distribution des réponses par type d'organismes des premiers intervenants	97
Figure 44 : Distribution géographique des participants de l'étude suivant (a) les Etats américains et (b) l'organisation des régions FEMA.	97
Figure 45 : Niveau de confiance des répondants des véhicules automatisés en tant que conducteur ou utilisateur	98
Figure 46 : Résultats de confiance des répondants suivant les régions FEMA	99
Figure 47 : Types de services de mobilité partagée automatisés	101
Figure 48 : Inquiétudes déclarées en fonction de l'âge des participants	107
Figure 49 : Bénéfices attendus en fonction de l'âge des participants	107
Figure 50 : Inquiétudes déclarées en fonction des profils socioprofessionnels	108
Figure 51 : Bénéfices attendus en fonction des profils socioprofessionnels	108
Figure 52 : Site de l'expérimentation et solutions de communication avec les tramways et bus.	110
Figure 53 : Exemples de scénarios combinant les typologies d'environnements et les services du futur	111
Figure 54 : Impact de chaque scénario sur l'acceptabilité déclarée des répondants du groupe témoin par rapport au scénario de base	113
Figure 55 : Impact des variables socioéconomiques, de la connaissance a priori et de l'expérience réelle sur la désirabilité de vivre dans une ville avec ces nouveaux services de mobilité. [k_tram : connaissance de voies de tramway partagées avec les piétons dans d'autres pays ; k_social : connaissance d'expérimentations de véhicules automatisés sur la voie publique dans d'autres pays ; k_both : connaissance des deux précédentes notions].	113
Figure 56 : Impact des variables socioéconomiques, de la connaissance a priori et de l'expérience réelle sur la sécurité perçue de ces nouveaux services de mobilité. [k_tram : connaissance de voies de tramway partagées avec les piétons dans d'autres pays ; k_social : connaissance d'expérimentations de véhicules automatisés sur la voie publique dans d'autres pays ; k_both : connaissance des deux précédentes notions].	114
Figure 57 : Evolution des publications sur l'acceptabilité des services de transport partagés incluses dans la base d'étude	116
Figure 58 : Moyenne de la propension à payer pour les quatre cas d'usage proposés en fonction des classes	121
Figure 59 : Moyennes des variables attitudinales liés au ressenti à gauche et à la méfiance à droite en fonction des classes d'usagers	122
Figure 60 : Moyennes des attentes comportementales du véhicule conditionnellement automatisé en fonction de l'environnement selon les classes	123

Table des tableaux

Tableau 1 : Présentation du programme de grande ampleur déployé sur trois territoires en Angleterre	15
Tableau 2 : Présentation des thèmes et signification des thématiques rapportées par les répondants	25
Tableau 3 : Présentation des facteurs d'influence de l'opinion publique de chacun des quatre thèmes identifiés sur les canaux de discussion Reddit	28
Tableau 4 : Résultats présentés selon les cas d'usage par répartition géographique	37
Tableau 5 : Caractéristiques des deux paradigmes	38
Tableau 6 : Caractéristiques et liens entre les six facteurs déterminés par la revue de littérature	41
Tableau 7 : Répartition des répondants dans les trois catégories comportementales construites : les agressifs, les passifs et les non détenteurs du permis de conduire.	45
Tableau 8 : Résumé des caractéristiques et de la définition de chaque étude	55
Tableau 9 : Dimensions prédictives des choix de délégation de conduite, réparties en quatre catégories.	63
Tableau 10 : Définitions des niveaux de délégation utilisés dans la seconde partie du questionnaire.	64
Tableau 11 : Vue d'ensemble des indicateurs généraux et pertinence pour chacune des catégories d'usagers	80
Tableau 12 : Taille des échantillons par genre et selon les sept tranches d'âge	82
Tableau 13 : Parcours de la navette automatisée dans Gainesville après extension.	88
Tableau 14 : Synthèse de la revue de littérature sur la propension à payer des répondants pour les véhicules automatisés	119
Tableau 15 : Top 10 des voitures les plus vendues en 2022 et leur prix moyen	119

Synthèse sur l'acceptabilité des usagers

Des travaux récents, semblent dégager quelques enseignements communs.

- Malgré un niveau d'intérêt croissant pour les véhicules automatisés, les consommateurs se montrent prudents voire réticents vis-à-vis des véhicules totalement automatisés. Aux Etats-Unis, une large augmentation des craintes des consommateurs se fait ressentir en 2023.
- Les consommateurs se montrent plus favorables aux véhicules équipés de systèmes d'aide à la conduite qu'aux véhicules totalement automatisés, dont ils perçoivent encore mal l'utilité en raison d'un manque de connaissance marqué.
- La propension à payer pour les véhicules totalement automatisés est encore faible tandis que la propension à payer pour des fonctionnalités d'aide à la conduite améliorant la sécurité est croissante. La propension à payer est largement impactée par les facteurs sociodémographiques et figure parmi les facteurs clefs de l'intention d'usage.
- La sécurité reste un des facteurs principaux de l'acceptabilité ; les enjeux de protection des données figurent parmi les intérêts majeurs des consommateurs.
- Nombre d'études s'intéressent à modéliser les tendances comportementales de l'acceptabilité.
- Parmi les facteurs prédominants de l'acceptabilité des usagers figurent la confiance, l'utilité perçue ainsi que la facilité de l'usage perçue, le risque perçue, la propension à payer.
- Les recherches sur l'influence des caractéristiques sociodémographiques progressent (âge, genre, niveau d'étude, revenu).
- La recherche intègre désormais plus systématiquement des analyses ciblées sur des typologies d'usagers, en particulier sur les usagers vulnérables de la route (personnes âgées, personnes à mobilité réduite).
- L'expérimentation et plus généralement l'exposition à la technologie influencent positivement l'acceptabilité.
- Les travaux académiques s'intéressent de manière plus conséquente à la mobilité partagée et à l'intégration des services de mobilité partagée dans le système de transport existant, en particulier dans le système de transport en commun.
- Les premiers déploiements à San Francisco créent une recrudescence des inquiétudes des habitants vis-à-vis de la sécurité perçue et de l'intégration de ces véhicules dans le système de transport existant. En particulier, la question des interactions de ces véhicules avec les véhicules des premiers secours et des forces de l'ordre est au cœur des préoccupations des usagers.
- L'acceptabilité a priori est caractérisée par la représentation qu'ont les usagers de la mobilité routière automatisée, le plus souvent sans jamais avoir été en situation de test d'un véhicule automatisé.
- L'acceptabilité est largement influencée par les informations auxquelles sont soumis les usagers. En particulier, la perception des usagers soumis à des flux d'informations négatives (notamment accidents) est négativement impactée et inversement. Globalement, les usagers sont majoritairement soumis à des faits de presse négatifs.
- L'acceptabilité des premiers intervenants met en avant que le niveau de connaissance est encore faible concernant les véhicules automatisés. Les répondants se montrent réticents face aux véhicules automatisés en raison des difficultés d'intégration dans le trafic rencontrées à San Francisco.

1. Enquêtes de perception grand public

a. Technologies automobiles avancées, Association automobile américaine

Une enquête annuelle auprès des consommateurs a été réalisée par l'Association automobile américaine (AAA)¹ réalisée sur le véhicule « autonome » indique que malgré un niveau d'intérêt toujours élevé concernant les technologies d'automatisation partielle de la conduite (comparable à des niveaux 3 selon la nomenclature SAE), les attitudes à l'égard des véhicules totalement autonomes montrent une appréhension.

En 2023, l'étude montre une augmentation majeure de la part des conducteurs craintifs vis-à-vis des technologies d'automatisation totale (« fully-autonomous vehicle technology »), cette part passant de 55 % en 2022 à 68 % en 2023. Cette augmentation de la crainte des consommateurs américains est la plus importante depuis 2020².

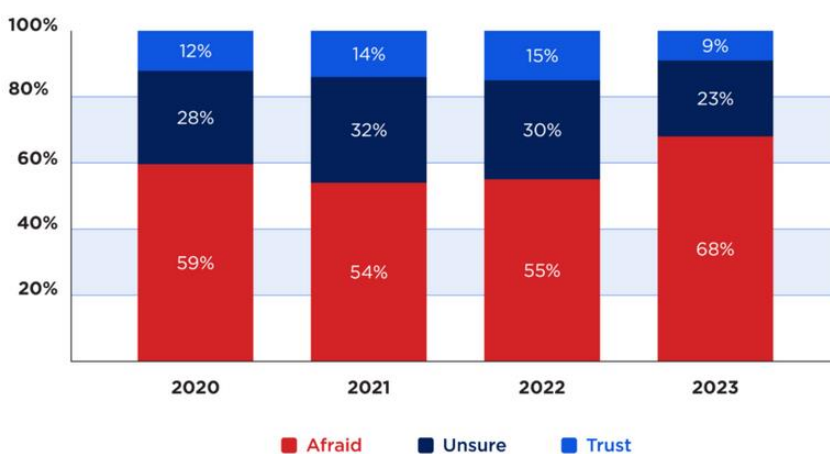
En conséquence, l'AAA estime que les constructeurs doivent faire preuve de diligence dans la création d'un environnement qui favorise l'utilisation de technologies automobiles avancées de manière sécurisée, fiable et éducative, incluant la nomenclature cohérente des systèmes disponibles aujourd'hui au consommateur.

Cette étude se basant aux Etats-Unis où de nombreux accidents ont eu lieu en raison d'une mauvaise utilisation (sur-confiance) des systèmes commercialisés, les résultats ne sont pas surprenants pour l'AAA.

L'étude a été réalisée du 13 au 17 janvier 2023 à partir d'un panel représentatif de la population des ménages américains ; les entretiens ont été réalisés en ligne. Un total de 1140 personnes âgées d'au moins 18 ans a été interrogé, dont 949 étaient qualifiés pour l'étude.

Malgré les avancées récentes de l'automatisation, les résultats montrent que des améliorations sont encore nécessaires afin de conforter l'acceptabilité et la confiance du public autour des technologies automobiles émergentes ; en particulier, il existe un besoin de dissiper la confusion autour des véhicules automatisés.

Figure 1 : Attitude des conducteurs concernant les véhicules totalement automatisés (self-driving vehicles)



Près d'un interrogé sur dix a déclaré penser pouvoir acheter un véhicule capable de conduire seul pendant qu'il dort. Actuellement, il n'existe pas de véhicule commercialisé pour un usage personnel dans lequel le conducteur est totalement désengagé.

Les résultats montrent également que 22 % des américains attendent des systèmes tels que Autopilot, ProPILOT ou Pilot Assist, qu'ils aient la capacité de conduire le véhicule tout seul sans aucune supervision du conducteur. En ce sens, la sur-confiance imputée à la terminologie utilisée est mise en avant.

En revanche, 6 américains sur 10 sont en faveur des technologies automobiles avancées dans la mesure où ils souhaiteraient « probablement » ou « en définitive » ces systèmes dans leur prochain achat de véhicule.

¹ Source de l'article : AASHTO Journal, <https://aashtojournal.org/2023/03/17/aaa-survey-apprehension-increasing-over-autonomous-vehicles/>.

² AAA réalise cette enquête annuelle depuis 2016.

b. Fonction automatisée ou système de conduite autonome, S&P Global Mobility

Le contenu de cette étude a été partagé par S&P Global Mobility, dont l'ambition est de devenir le partenaire de choix en matière d'informations stratégiques auprès des constructeurs et équipementiers en fournissant des indicateurs comportementaux sur les principales tendances automobiles des consommateurs.

En particulier concernant les technologies automobiles, S&P Global Mobility fournit des éclairages sur les tendances des consommateurs concernant le niveau de confiance, l'appétence, la propension à payer, l'usage ainsi que les leviers (biais) de leur adoption.

Une enquête a été réalisée au printemps 2023³ sur 7732 personnes provenant de huit pays différents⁴. Les échantillons reposent sur la méthode des quotas au sein des populations d'étude. Les participants ont été interrogés en ligne.

L'objectif de cette enquête est de comprendre les fonctionnalités d'aide à la conduite qui stimulent les dépenses des consommateurs ainsi que les aspects clefs de la confiance en les véhicules automatisés et leur déploiement.

L'échantillon a été interrogé sur les intentions d'achat d'un nouveau véhicule dans les trois prochaines années. Trente-et-une fonctions d'aide à la conduite ont été sondées afin de connaître et comprendre les préférences des consommateurs. La propension à payer des utilisateurs pour ces dispositifs a été évaluée. Le niveau de confiance envers la technologie a été porté au regard de la sécurité, lui-même étudié par rapport à la propension à payer. Enfin, les cas d'usage privilégiés par les consommateurs ont été exprimés.

31 ADAS/autonomous driving features	
<ul style="list-style-type: none">• Blind spot detection• Lane departure warning• Lane keep assist• Forward collision warning• Automatic emergency braking – city• Automatic emergency braking – highway• Automatic emergency braking – cross traffic• False start avoidance• Automatic emergency braking – pedestrian and cyclist• Rear automatic braking• Adaptive cruise control• Highway automated driving• City automated driving• Unsupervised highway automated driving• Unsupervised city automated driving	<ul style="list-style-type: none">• Self-driving car• Surround-view assist• Surround-view object detection• Semi-automatic parking• Fully automatic parking• Remote automatic parking• Remote valet automatic parking• Driver behavior monitoring system• Driver facial monitoring system• Side camera mirror – assist• Side camera mirror – replace• Rearview camera mirror• Night vision• Traffic sign recognition• Occupant monitoring system• Emergency evasive steering

Figure 2 : Liste des 31 dispositifs d'aide à la conduite sur lesquels les participants ont été interrogés

Sécurité attendue à l'achat

Les dispositifs liés à la sécurité figurent parmi les plus importants dans les considérations à l'achat d'un véhicule, et les consommateurs sont prêts à payer plus pour des véhicules dont le niveau de sécurité garanti est plus élevé.

Les consommateurs souhaitent des systèmes avancés d'aide à la conduite qui rendent la conduite plus sûre, et ils attendent qu'ils soient normalisés dans les nouveaux véhicules, qu'il s'agisse de véhicules haut-de-gamme ou de véhicules grand public.

En termes de propension à payer, plus de 80 % des acheteurs sont prêts à payer pour des véhicules avec des niveaux de sécurité plus élevés et 92 % déclarent que la sécurité est très importante ou en partie importante à l'achat d'un véhicule.

³ Source de l'article : S&P Global Mobility et <https://www.spglobal.com/mobility/en/research-analysis/consumers-desire-automated-safety-over-selfdriving-tech.html>.

⁴ Etats-Unis (1000), Royaume-Uni (1003), Allemagne (987), Chine (994), Japon (933), Thaïlande (906), Inde (1010) et Brésil (979).

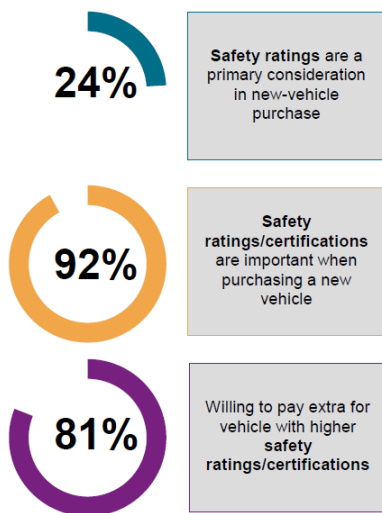


Figure 3 : Part de l'importance accordée au niveau de sécurité concernant respectivement l'achat d'un véhicule, l'homologation et la propension à payer

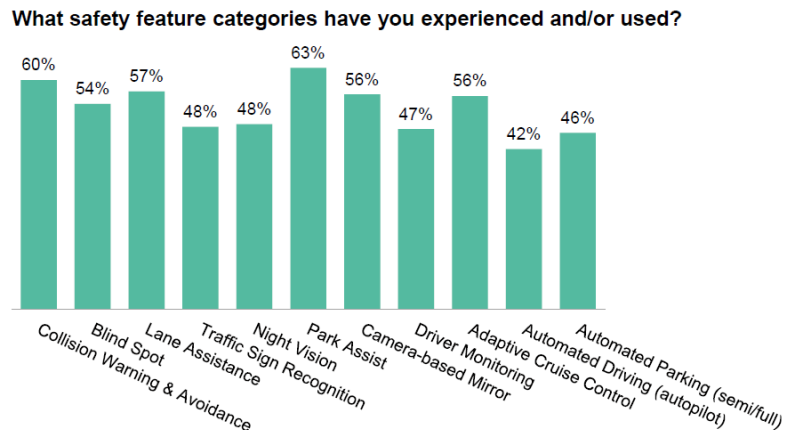
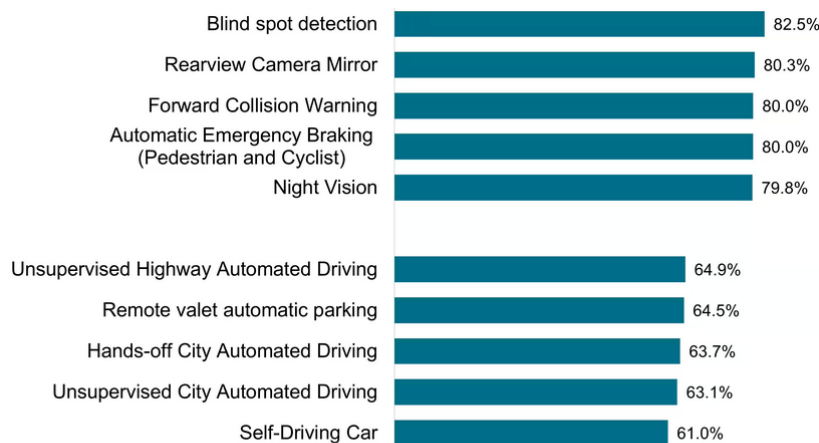


Figure 4 : Proportion de l'échantillon ayant déjà testé les dispositifs liés à la sécurité

As of April, 2023.
 N=7,812 (US: 1,000; UK: 1,003; DE: 987; CH: 994; JP: 933; TH: 908; IN: 1,010; BR: 979)
 Source: S&P Global Mobility.

En revanche, les consommateurs ne souhaitent pas payer plus pour des dispositifs d'aide à la conduite, 50 % d'entre eux attendent que ces dispositifs soient normalisés dans les véhicules. Ceci démontre la faiblesse du lien existant entre les fonctions d'aide à la conduite et le niveau de sécurité du véhicule, jouant ainsi un rôle dans la résistance des consommateurs à payer plus pour ces dispositifs⁵.

Les cinq systèmes d'aide à la conduite (ADAS) les plus répandus sont destinés à améliorer la sécurité. Le détecteur d'angles morts est le plus souhaité, par 83 % des consommateurs. Plus de 80 % des interrogés désirent également l'avertisseur arrière de collision et les caméras arrières. Le dispositif de freinage automatique d'urgence (AEB) pour les cyclistes, les piétons et la vision de nuit est également partie des dispositifs les plus enviés.



As of April, 2023.
 N=7,732 (US: 958; UK: 979; DE: 963; CH: 954; JP: 918; TH: 963; IN: 1,001; BZ: 996)
 Source: S&P Global Mobility.
 © 2022 S&P Global.

Figure 5 : Intérêt des consommateurs pour différents dispositifs d'aide à la conduite et de conduite automatisée

Plus généralement, les répondants sont de plus en plus familiers avec les systèmes d'aide à la conduite : plus de la moitié des interrogés a déjà eu une expérience avec la plupart de ces systèmes. Près de 35 % possèdent en outre un véhicule équipé du système d'avertisseur de collision par l'arrière et 30 % possèdent un véhicule avec détection des angles morts.

⁵ L'EuroNCAP et l'Institut d'assurance pour la sécurité des routes (IIHS) cherchent à inclure les ADAS dans les indicateurs du niveau de sécurité. Par ailleurs, la NHTSA a annoncé son intention de rendre obligatoire la détection des véhicules et piétons pour l'AEB pour les nouveaux véhicules sur le marché américain.

« Désirabilité » des fonctions d'aide à la conduite et d'automatisation de la conduite⁶

Alors que les dispositifs d'aide à la conduite apportant une aide à la sécurité sont de plus en plus désirés dans les véhicules, les systèmes de conduite automatisée apportant un « confort » de conduite (en réduisant la pénibilité de celle-ci) le sont moins.

Bien que le désir global pour les dispositifs d'aide à la conduite et d'automatisation de la conduite ait augmenté à 60 % (minimum) en 2023, les fonctions correspondant à des aides à la conduite de niveau 2 ou 2+ sont plus souhaitées que les fonctions d'automatisation de niveau 3⁷.

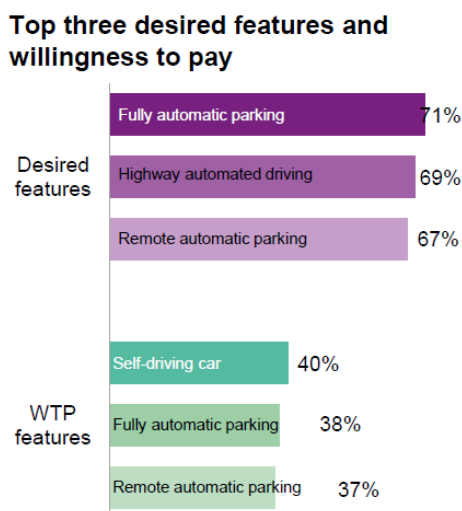
Les consommateurs démontrent peu d'expérience avec les systèmes de conduite automatisée. Seulement 61 % des interrogés admettent avoir de l'intérêt pour les dispositifs de conduite automatisée (en moyenne 80 % des consommateurs montrent de l'intérêt pour les dispositifs d'aide à la conduite).

Les consommateurs témoignent d'un besoin de rester au contrôle du véhicule à bord duquel ils sont conducteurs. Près de 69 % des consommateurs souhaitent des systèmes d'aide à la conduite de niveau 2 et 65 % des L2+ (possibilité de retirer les mains du volant, avec contrôle de l'attention du conducteur par un système de caméra). A l'inverse, ils ne perçoivent pas toujours l'intérêt de systèmes de conduite automatisée (niveau 3 et plus).

Propension à payer des nouveaux véhicules

Les consommateurs désirent être conscients de ce qu'ils achètent. La complexité des différents dispositifs d'automatisation de la conduite se présente donc comme un frein à l'achat.

La compréhension des systèmes est complexe pour les usagers dans la mesure où les systèmes sont très variables d'un constructeur à l'autre : les constructeurs conçoivent le fonctionnement de leurs dispositifs de différentes manières (plages de vitesse possibles, conduite en environnement urbain ou sur autoroute, changement de voie automatisé)⁸.



As of April 2023.
Source: S&P Global Mobility.

Figure 6 : Trois fonctions les plus souhaitées dans les véhicules et propension à payer

La communication autour de la conduite automatisée, en particulier par les constructeurs automobiles est présentée comme un pilier de son adoption.

⁶ Dans l'étude, les systèmes d'aide à la conduite sont désignés par « *automated features* » tandis que les systèmes de conduite automatisée sont désignés par « *autonomous features* ».

Le passage de l'un à l'autre est caractérisé par la bascule de la responsabilité du conducteur au constructeur lors de l'activation des systèmes de conduite automatisée.

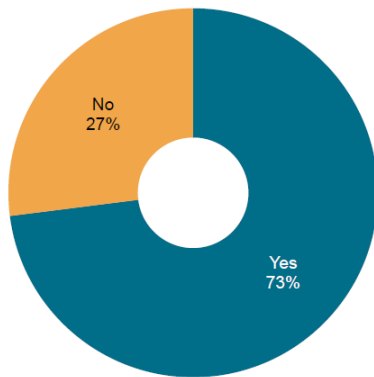
⁷ La bascule de la responsabilité du conducteur au constructeur lors de l'activation des dispositifs est la principale distinction entre les systèmes de niveau 2 ou 2+ (possibilité de retirer les mains du volant) et 3, toujours selon la terminologie SAE.

⁸ En dérogeant à cette règle avec son Autopilot, Tesla a d'ailleurs attiré un grand nombre d'utilisateurs aux Etats-Unis.

De manière générale, les acheteurs sont victimes d'un manque d'information, ce qui est un frein majeur à l'adoption de ces dispositifs, notamment en ce qui concerne la frontière entre les aides à la conduite et les fonctions d'automatisation de la conduite. La limitation des environnements d'opération des systèmes les plus avancés en limite également l'utilité pour le consommateur.

Les résultats mettent en évidence que les consommateurs sont plus susceptibles d'acheter un véhicule équipé de fonctions d'aide à la conduite ou d'automatisation si elles incluent un dispositif de contrôle de l'état de vigilance du conducteur (supervision de l'attention du conducteur à l'aide de caméras).

WTP for an automated driving system if it included a driver monitoring camera



As of April 2023.
Source: S&P Global Mobility.

Figure 7 : Propension à payer pour un système de conduite automatisée (ou aide à la conduite) si celui-ci inclut un dispositif de surveillance de l'état du conducteur

Il existe, comme soulevé plus haut, un fossé entre le prix que les consommateurs se disent prêts à déboursier pour l'achat d'un véhicule équipé de systèmes d'aide à la conduite (ou de conduite automatisée) et le prix réel que coûtent ces options.

Niveau de confiance

L'étude a révélé que les consommateurs accordent une confiance accrue aux constructeurs allemands lorsqu'il s'agit des dispositifs d'automatisation de la conduite ; près de 75 % d'entre eux font confiance aux constructeurs automobiles⁹ haut de gamme allemands (Audi, BMW, Mercedes-Benz, Porsche) pour le développement d'un véhicule automatisé sûr et efficace.

Lorsqu'il s'agit des environnements de conduite dans lesquels les consommateurs sont les plus confiants d'utiliser un véhicule équipé de fonctions d'automatisation.

Conditional use of autonomy



As of April 2023.
Source: S&P Global Mobility.

Figure 6 : Typologies d'environnements dans lesquels les consommateurs sont plus confiants d'utiliser des véhicules équipés de fonctions d'automatisation

⁹ Une distinction se ressent entre les constructeurs et leur appétence pour se placer dans le monde de l'automatisation ou de l'aide à la conduite : les constructeurs chinois et américains sont plus concentrés sur des dispositifs de niveau 2 ou 2+ (conducteur toujours responsable à tout instant), présentant des systèmes capables d'être opérés dans une multitude d'environnements. L'alignement de la législation et de la maturité technologique est en partie un frein au lancement de certains constructeurs dans des niveaux d'automatisation plus élevés.

Depuis 2022, le constat est fait que les consommateurs sont plus ouverts à la conduite partiellement automatisée (dispositifs de niveau 3).

Parmi les répondants, 53 % des consommateurs pensent que les véhicules automatisés offriront une conduite plus efficace, 48 % plus sûre et 27 % les utiliseraient en cas de conditions de conduite pénibles. De plus, seulement 47 % d'entre eux se déclarent prêts à voyager dans un véhicule équipé de fonctions d'automatisation de la conduite, et envisageraient la possibilité d'achat.

Diversité régionales

Les résultats de l'acceptabilité sont à mesurer selon les régions du monde. Par exemple, c'est en Chine que les consommateurs ont démontré le niveau d'acceptabilité le plus élevé pour les technologies d'automatisation de la conduite ; ils sont également les plus susceptibles d'acheter ou d'emprunter un véhicule automatisé, en comparaison aux autres marchés interrogés.

Les consommateurs aux Etats-Unis, au Royaume-Uni et en Allemagne démontrent les scores les plus bas, traduisant des comportements distinctement différents entre les marchés automobiles établis et le pouvoir de l'économie en croissance du deuxième pays le plus peuplé au monde.

La première partie s'est intéressée aux deux enquêtes réalisées par des cabinets et associations auprès du grand public. Ces deux enquêtes mettent en avant les niveaux d'acceptabilité mesurés par le biais de questionnaires en ce qui concerne les systèmes totalement automatisés ainsi que les dispositifs d'aide à la conduite.

En ce sens, ils se fondent sur les réponses déclarées par les répondants au moment de l'enquête.

La partie suivante s'intéresse à l'acceptabilité de plusieurs groupes d'individus sur une période d'étude prolongée. L'acceptabilité est évaluée sur la base d'une analyse intégrant différentes phases de sensibilisation et de mise en situation.

2. Enquête de grande ampleur sur la conduite automatisée au Royaume-Uni, Centre for Connected and Autonomous Vehicles (CCAV), Department for Transport, UK

En 2022, le CCAV a mandaté le cabinet Thinks Insight & Strategy, en partenariat avec le University College London et Aurrigo, afin de conduire une série d'entretiens de grande envergure, dans un ensemble de territoires caractérisés par une faible représentation d'études jusqu'à présent. L'objectif a été de donner à ces territoires et à leur population une opportunité d'accroître l'exposition à la technologie reposant sur des véhicules automatisés.

De plus, l'objectif pour le CCAV a été de pouvoir construire des actions prioritaires sur le développement de la mobilité routière automatisée au Royaume-Uni, à partir d'une compréhension profonde de la perception du public et des attentes vis-à-vis de la technologie de conduite sans conducteur. Par ailleurs, ces expérimentations à grande échelle avaient pour objectif d'accroître le niveau de connaissance de la population globale.

Lien du rapport complet :

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1166512/great-self-driving-exploration-citizen-view-of-self-driving-technology.pdf

Objectifs

Les objectifs de la recherche lancée en 2022 étaient les suivants :

- comprendre comment communiquer des informations à propos de la sécurité des véhicules sans conducteurs de manière efficace ;
- comprendre comment différents types d'exposition à la technologie de véhicules sans conducteur peuvent influencer la compréhension et le niveau de connaissance ;
- comprendre quels rôles sont perçus par les citoyens en ce qui concerne l'intégration des véhicules sans conducteur dans le réseau de transport du futur.

Méthodologie

Des expérimentations ont été conduites sur trois territoires en Angleterre en 2022, caractérisés par trois niveaux d'exposition :

- public très sensibilisé : au total, 177 participants sur les trois sites et 64 autres participants du grand public (jeunes âgés de 12 à 17 ans, personnes âgées de plus de 65 ans, personnes désengagées numériquement et personnes souffrant d'un handicap ou d'un problème de santé de longue durée) ont pris part à un programme d'information et de sensibilisation de trois semaines. Au cours des sessions, les véhicules sans conducteur leur ont été introduits et des essais ont été organisés ; le suivi de l'acceptabilité a été marqué par un ensemble de questionnaires déployés avant et après les phases de sensibilisation et d'expériences, ainsi qu'à six mois après le programme ;
- public moyennement sensibilisé : des membres du grand public ont participé à une expérimentation de véhicule sans conducteur mais n'ont pas pris part au programme de sensibilisation ; des enquêtes ont été déployées avant (450 participants) et après (352 participants) l'essai afin de mesurer les opinions et les éventuels changements résultant de la participation à l'essai ;
- public peu sensibilisé : sondages locaux avant et après l'expérimentation, caractérisés par un ensemble de 250 résidents vivant à proximité de chaque expérimentation de véhicules sans conducteur (750 répondants par vague au total) n'ayant pas pris part à une sensibilisation quelconque au préalable, au mieux ayant été exposés visuellement aux expérimentations.

Une enquête nationale de contrôle (n = 4027) a également été menée pour une comparaison de base dans des régions qui n'ont pas bénéficié d'essais dans le cadre de cette recherche.

Tableau 1 : Présentation du programme de grande ampleur déployé sur trois territoires en Angleterre

Méthodologie	Activités	Public
Programme d'information et de sensibilisation	Trois workshops tenus sur des week-end consécutifs : Étude préalable Jour 1 : introduction et vision initiale Jour 2 : essais (incluant des études pré et post-essais + électroencéphalogramme) Jour 3 : scénarios futurs et opinion après information Etude de suivi	Public fortement sensibilisé de 264 personnes : 192 participants à l'ensemble du programme 72 participants additionnels à une partie du programme
Évènements de sensibilisation locaux	Évènements ouverts au public général : - Participation à des essais - Études pré et post-essais	Public moyennement sensibilisé : 450 participants à l'étude pré-essais 352 participants à l'étude post-essais
Études locales	Sondages pré et post-essais conduits au niveau local pour évaluer la perception de personnes n'ayant pas participé aux programmes d'information ou aux essais	Public faiblement sensibilisé : 750 participants aux études pré et post-essais
Étude nationale	Étude de contrôle nationale utilisée pour comparaison avec les études locales	Echantillon représentatif de la population nationale (4027 participants)
Étude de suivi	Étude de suivi à 6 mois menée à distance pour connaître l'avis des participants ayant bénéficié du programme d'information	127 participants au programme d'information et de sensibilisation

Les trois sites d'expérimentation représentent également trois typologies d'environnement et de population, caractérisés par des habitudes de déplacement différentes et marqués par une offre de transport diverse :

- une zone rurale à Alnwick, Northumberland, dans laquelle la voiture est nécessaire à tous les déplacements du quotidien en raison d'une offre de transport très limitée ;
- une zone urbaine dense à Manchester, dans laquelle les déplacements domicile-travail sont réalisés en transports en commun tandis que les autres types de déplacements sont plutôt réalisés en voiture en raison d'une offre de transport incomplète (rupture de charge et de service entre zones desservies par exemple) ;
- dans une ville de taille moyenne à Taunton, Saumerset, dans laquelle la voiture est toujours préférée et où l'offre de transport n'est utilisée largement que pour les déplacements pendulaires ; la ville est caractérisée par une offre de transports publics en déclin, ceci conduisant à une utilisation croissante et une dépendance de plus en plus marquée au véhicule individuel.



Figure 7 : Trois véhicules utilisés sur chacun des trois sites d'expérimentation

Les questionnaires déployés et les entretiens lorsqu'ils ont eu lieu ont permis de récolter des données sur les perceptions des participants vis-à-vis des véhicules sans conducteurs et en particulier au regard de la technologie.

Résultats

Points de vue initiaux sur la technologie et les véhicules automatisés

Les résultats montrent, de manière cohérente avec la littérature, des corrélations positives entre les attitudes vis-à-vis de la technologie et les attitudes envers les véhicules automatisés. Des résultats ont été obtenus au regard du genre, de l'âge, du revenu, du niveau d'éducation et du lieu de résidence. En particulier, les personnes qui ont été soumises à une forte sensibilisation avaient un niveau d'optimisme plus important que les autres participants, ceci suggérant un niveau d'optimisme envers la technologie des véhicules automatisés légèrement plus important pour ce groupe a priori.

Le niveau de connaissance a été plus marqué pour le public correspondant à la forte sensibilisation, la plupart ayant déclaré avoir déjà eu l'occasion d'échanger sur le sujet dans un cadre privé ou professionnel.

Par ailleurs, le niveau de familiarité pour les véhicules sans conducteurs, a été faible a priori, quel que soit le groupe d'appartenance des participants.

L'audience a rapporté être plus enclin à utiliser un véhicule automatisé personnel dans lequel la responsabilité est partagée entre le conducteur et le système, du fait de l'importance du contrôle humain pour les répondants.

Au début de la recherche, les participants étaient particulièrement incertains quant aux impacts que les véhicules automatisés pouvaient apporter à leur environnement, en particulier concernant les potentiels avantages ou inconvénients.

Opinions sur les véhicules automatisés avant l'expérimentation

Les réactions initiales des participants à l'introduction des véhicules automatisés dans leur région étaient principalement positives ou neutres, avec moins d'une personne sur dix opposée au concept en principe dans les territoires. Les principales préoccupations initiales ont porté sur les thèmes de la sécurité, de la technologie, de la praticité et du coût (par exemple, l'hypothèse que la technologie des véhicules automatisés serait coûteuse). Il y a eu cependant une contradiction entre ce que les participants peuvent considérer comme une solution pratique vis-à-vis des problèmes de leur système de transport local, et leur attachement émotionnel aux modes de transport actuels.

Les avantages des véhicules automatisés identifiés par les participants ont révélé un meilleur accès aux déplacements pour les non-conducteurs, une meilleure connexion du monde rural, une amélioration de la sécurité routière et des déplacements plus efficaces. Le respect de l'environnement, même s'il n'est pas inhérent à la technologie elle-même, est également considéré comme un avantage qui accompagnerait toute transition vers les véhicules automatisés.

Les inconvénients s'établissent autour de la diminution de la sécurité routière et personnelle, de la perte d'emploi, de la déshumanisation (par exemple, plus d'automatisation, moins de personnel) et la perte d'interaction sociale dans les transports publics, mais aussi des préoccupations plus générales concernant l'automatisation elle-même comme la possibilité d'erreurs technologiques, de pannes ou de dysfonctionnements dans certains environnements de conduite caractérisés plus complexes (par exemple, les zones rurales en raison d'une mauvaise connectivité), le coût de la mise en œuvre, les préoccupations concernant la sécurité des données et la vie privée, les changements de permis et les préoccupations concernant l'accessibilité.

Rôle des véhicules automatisés dans le système de transport local

Si les participants ont pu identifier des opportunités et des risques liés aux véhicules automatisés, dans de nombreux cas, ces opportunités et ces risques perçus se recoupent et sont en parfois en contradiction les uns avec les autres ou dépendent de la manière dont la technologie sera déployée (échelle de déploiement, manière dont ils seront gérés, notamment dans les domaines de l'emploi, de la sécurité, du trafic, de l'impact social, du coût et de l'accessibilité). Les participants ont ainsi bien appréhendé les opportunités résultant de

l'introduction des véhicules automatisés en termes de stimulation de l'économie locale et de l'emploi, d'amélioration de la santé et du bien-être et d'amélioration des réseaux de transport locaux et de la qualité de vie.

Dans le cas de l'intégration au système de transport local, les participants ont mis en lumière les questions sociales en lien avec le coût d'un déploiement, de l'accès à la technologie. D'autres contraintes sont mentionnées en lien avec la circulation sur l'infrastructure existante comme les répercussions sur le trafic, en particulier dans le cas d'un modèle de véhicules particuliers automatisés. Enfin, les craintes d'un impact négatif sur l'emploi local sont décrites.

Les participants des zones urbaines et des zones rurales se sont montrés optimistes quant à l'utilisation des véhicules automatisés comme solution potentielle à certaines des lacunes et des problèmes actuels de leur système de transport local, estimant que les véhicules automatisés pourraient compléter les options de transport existantes sans les remplacer ou les réviser entièrement.

Dans les zones urbaines, où les lacunes dans l'offre de transport existante sont moindres, les participants ne pensent pas que les véhicules automatisés puissent offrir beaucoup plus que ce qui pourrait être réalisé avec des améliorations ou des ajouts à ce qui est déjà disponible (par exemple, en prolongeant l'horaire d'un service de bus existant plus tard dans la nuit).

Malgré le potentiel théorique des véhicules automatisés, les participants des zones rurales ont estimé que les véhicules automatisés seraient mieux adaptés aux zones urbaines dans la pratique, tandis que les participants des zones urbaines ont estimé que les véhicules automatisés seraient mieux adaptés aux zones rurales. Cette contraction indique la difficulté pour les participants d'imaginer l'utilisation des véhicules automatisés dans la pratique au sein de leur zone locale et le besoin d'exemples concrets démontrant comment les véhicules automatisés seraient en capacité de circuler dans différents environnements, y compris le leur.

Concernant le déploiement des véhicules automatisés dans leur région, les participants prévoient un déploiement progressif, la priorité étant donnée aux applications de transport public et partagé des véhicules automatisés, avec la possibilité de réserver les services de véhicules automatisés en ligne, puis le déploiement d'une variété de formes et de tailles de véhicules pour répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs. Les participants ont estimé que plusieurs facteurs devraient être pris en compte avant la mise en œuvre des véhicules automatisés pour s'assurer que leur déploiement serait conçu et mis en œuvre de manière à répondre aux exigences et aux préoccupations de la population. Il s'agit notamment de la planification environnementale et sociale telle que l'amélioration des infrastructures, d'une réglementation forte dès le début (proactive plutôt que réactive), d'une nouvelle législation concernant la responsabilité et la sécurité pour les utilisateurs et les non-utilisateurs, ainsi que de la communication et de l'éducation afin d'instaurer la confiance et d'encourager ensuite l'adoption de la technologie.

Impact de l'information sur l'opinion à l'égard des véhicules automatisés

Les informations fournies dans le cadre de la recherche ont largement répondu aux attentes des participants en couvrant ce qu'ils voulaient savoir (par exemple sur la sécurité, les fonctionnalités), tout en développant de nouveaux domaines qu'ils n'avaient pas encore pleinement envisagés (notamment les définitions juridiques, la responsabilité, les niveaux d'autonomie, l'adaptation de la technologie automatisée à des véhicules existants). En particulier, les informations données ont permis de développer les attentes des participants à l'égard des véhicules automatisés, élargissant leur vision de ce qu'ils peuvent faire et de la manière dont ils peuvent être utilisés pour améliorer la sécurité routière et accroître la desserte des territoires, en particulier dans les zones rurales. L'aspect le plus marquant de l'information fournie a été la découverte du pourcentage élevé de collisions dans lesquelles les erreurs humaines sont un facteur contributif grâce à des vidéos¹⁰ d'introduction des experts sur la sécurité, car cela a aidé les participants à comprendre la portée des améliorations potentielles de la sécurité routière grâce aux véhicules automatisés.

¹⁰ Dans cette étude, trois vidéos d'experts ont été présentées, parmi lesquelles une experte du CCAV, un expert de Waymo qui déploie aux Etats-Unis des flottes de robots-taxis et un expert de l'université de Warwick investi dans les travaux normatifs sur la démonstration de la sécurité des véhicules automatisés.

D'autres aspects du programme d'information ont eu un impact : la découverte de la sophistication de la technologie de reconnaissance des dangers des véhicules automatisés, qui a donné un éclairage sur le fonctionnement de la technologie et de la manière dont elle dépasse les capacités humaines de perception des obstacles. Les mentions d'essais, de réglementations, de normes et de certifications, ont été jugées rassurantes. Les exemples concrets de cas d'usage comme Waymo ont été très convaincants et ont rendu les véhicules automatisés plus tangibles. Les experts de haut niveau inclus dans la recherche ont été jugés crédibles et ont donc contribué à renforcer la confiance dans les informations fournies. Dans l'ensemble, le fait de se concentrer sur les aspects pratiques de l'utilisation des véhicules automatisés a permis de mieux cibler les priorités, les besoins et les attentes des participants en matière de déploiement.

Impact des essais sur l'opinion à propos des véhicules automatisés

Voir et expérimenter les véhicules automatisés a été une expérience largement positive qui a permis aux participants de mieux comprendre l'application potentielle de la technologie automatisée sur leur territoire. Ces essais ont permis aux participants de vérifier le bon fonctionnement et la sécurité (dans les conditions des essais, avec notamment des opérateurs de sécurité) des véhicules automatisés et de se projeter plus précisément vis-à-vis de leur déploiement. Cependant, les avis sur les véhicules automatisés peuvent être négatifs si le voyage ne se déroule pas sans heurts, avec des arrêts d'urgence nombreux et/ou inattendus et des problèmes de logiciel. Pour une minorité de participants plus sceptiques, la présence d'opérateurs de sécurité montrait que la technologie était encore loin d'être prête pour une utilisation généralisée, les empêchant de voir plus loin.

Les participants les plus sensibilisés ont déclaré être très à l'aise pour utiliser et partager la route avec différentes applications de la technologie de véhicules automatisés (véhicules de livraison, transports publics, covoiturage, véhicules privés), à la fois avant et après avoir pris part à leurs essais.

En revanche, le public moyennement sensibilisé a démontré une augmentation statistiquement significative de son aisance globale à utiliser et à partager la route avec une variété de véhicules automatisés différents à la suite de sa participation à l'essai. Cela indique que les expériences directes ont un impact positif sur l'aisance avec les véhicules automatisés même lorsque la connaissance préalable de la technologie est limitée. Dans l'ensemble, l'enthousiasme général pour l'utilisation des véhicules automatisés a été renforcé par la participation à l'essai.

Néanmoins l'essai n'a pas remis en question certains questionnements des participants sur les contraintes pratiques de l'utilisation de la technologie. Après l'essai, certains participants du public très sensibilisés avaient encore du mal à imaginer comment les véhicules automatisés interagiraient avec les véhicules à conducteur humain pendant une phase de transition par exemple, et quels avantages supplémentaires ils apporteraient par rapport aux options de transport existantes lorsqu'ils seraient appliqués dans leur zone locale.

Exploration de scénarios futurs pour le déploiement de véhicules automatisés

Le jeu d'exploration de scénarios était un moyen de remettre en question les points de vue que les participants avaient exprimés à l'égard des véhicules automatisés en leur demandant de les mettre en pratique. Ce jeu a permis aux participants d'approfondir les principes et les idées qu'ils avaient déjà commencé à formuler au cours des discussions. Lorsqu'ils ont exploré les scénarios futurs pour les véhicules automatisés, les participants ont massivement choisi de prendre des mesures qui favoriseraient leur utilisation dans leur région plutôt que de la restreindre, ce qui témoigne d'une acceptation générale et d'une attitude positive à l'égard de l'utilisation future de la technologie.

Lorsque des conséquences négatives potentielles ont été présentées, les participants ont continué à vouloir promouvoir les véhicules automatisés et ont choisi des actions ultérieures pour surmonter et rectifier ces développements dans le jeu. Les interventions choisies par les participants concernent la planification de l'environnement physique pour développer une infrastructure adaptée aux véhicules automatisés dans les zones urbaines et rurales et l'utilisation de mesures fiscales pour promouvoir et soutenir davantage l'utilisation des véhicules automatisés, en particulier dans les transports publics ruraux.

Le point de vue éclairé des citoyens sur les véhicules automatisés et leur utilisation dans les futurs systèmes de transport locaux

Les participants du public très sensibilisé qui estimaient ne pas en savoir suffisamment sur les véhicules automatisés au début de la recherche, avaient généralement une opinion plutôt positive sur ceux-ci à la fin du programme. Par ailleurs, ceux qui avaient déjà une position sur les véhicules automatisés au début avaient tendance à conserver leur opinion à la fin de la recherche, que ces positions soient positives ou négatives. Les participants ont cependant signalé plusieurs questions pratiques auxquelles ils estimaient qu'il ne serait pas possible de répondre tant que les véhicules automatisés ne seraient pas plus près du déploiement (par exemple, le coût, l'accessibilité, la manière dont ils interagiraient avec les véhicules à conduite humaine).

L'adhésion des participants du public très sensibilisé a fortement augmenté concernant l'utilisation de véhicules automatisés pour les transports publics. Cela suggère que le programme d'information complété par l'essai a démontré le potentiel des véhicules automatisés à être déployés efficacement dans les transports publics, rendant les transports publics plus attrayants, mais des réserves subsistent quant à la manière dont la technologie fonctionnera dans la pratique. Il y a également eu une augmentation de l'approbation parmi le public faiblement sensibilisé.

Conclusion

Concernant la communication avec le public à propos de la technologie automatisée, la recherche a conclu que les thèmes et messages suivants forment les principales préoccupations du grand public :

- sécurité : potentiel d'amélioration de la sécurité routière globale et sécurité des véhicules automatisés et des usagers ;
- accessibilité : les véhicules automatisés seront entièrement accessibles et favoriseront l'accessibilité et la mobilité pour tous ;
- avantages des applications de transports partagés et publics : les véhicules automatisés permettront une amélioration de l'offre de transports publics ainsi que les avantages environnementaux d'une diminution des déplacements en voiture individuelle.

Le gouvernement a un rôle clef à jouer dans la direction de la communication à travers les messages fondamentaux, mais les gouvernements locaux, les prestataires de services, les experts indépendants en matière de sécurité et les fabricants sont également des acteurs clefs de la communication, dans leurs domaines de compétence respectifs.

Concernant le déploiement des véhicules automatisés, l'étude conclut sur les éléments qui devraient être pris en compte de façon prioritaire :

- la sécurité, démontrée par des tests approfondis, y compris pour différents publics ayant des besoins spécifiques (par exemple, les utilisateurs handicapés) ;
- un déploiement progressif, permettant au grand public de s'habituer à la technologie, et équitable, garantissant qu'elle soit accessible à tous ;
- des applications publiques et partagées permettant d'utiliser les véhicules automatisés (ces applications ont été considérées comme le moyen d'apporter le plus d'avantages à ceux qui en ont besoin, tout en offrant un choix aux utilisateurs) ;
- une bonne accessibilité des véhicules automatisés ;
- la consultation des communautés locales, avec engagement du public, pour garantir que le déploiement local répond aux besoins réels de toutes les parties de la communauté.

Focus sur les électroencéphalogrammes

L'étude a en particulier mené une série de tests sur les réactions physiologiques des participants afin de fournir des données quantitatives sur l'utilisation d'un véhicule automatisé. Les analyses ont été réalisées à bord des véhicules de transport de passagers automatisés utilisés sur les territoires : une navette de 10 places et un pod de 4 places.

Dans le cas de la navette, le trajet a duré 15 minutes sur des routes ouvertes à la circulation publique, en interaction avec d'autres usagers de la circulation, incluant des véhicules, des piétons ainsi que des obstacles. Dans le cas du pod, les trajets étaient plus courts, entre 5 à 10 minutes dans un environnement piéton, en interaction avec piétons et cyclistes et autres obstacles.

Les 40 premières secondes de l'enregistrement EEG ont été utilisées pour prendre une mesure de base de l'état émotionnel du participant. Pour cela, les participants ont été invités à se détendre les yeux ouverts pendant 15 secondes, puis les yeux fermés pendant 15 secondes.

Pendant le trajet, la navette et le pod étaient équipés de deux caméras, l'une capturant l'intérieur du véhicule et l'autre capturant la trajectoire du véhicule. Après cela, les participants ont répondu à une enquête post-essai sur leur état émotionnel.

En outre, des enquêtes avant et après le voyage sur l'état émotionnel déclaré des participants et des séquences vidéo de la cinématique du véhicule ont été recueillies pour aider à contextualiser les données EEG. Au total, la collecte de données a permis d'obtenir 94 enregistrements EEG de 82 personnes. Parmi ceux-ci, 63 enregistrements EEG ont été recueillis lors des trajets en navette et 31 lors des trajets en pod. Les données ont été analysées sur la base de six indicateurs de performance : « mobilisation », « enthousiasme », « vigilance », « intérêt », « stress » et « détente ».

Les principales conclusions des données EEG sont que les participants ont généralement les scores médians :

- élevés pour la mobilisation (52 % pour le trajet en navette, 50 % pour le trajet en pod), l'enthousiasme (45 % pour le trajet en navette, 43 % pour le trajet en pod) et l'intérêt (45 % pour le trajet en navette, 48 % pour le trajet en pod) ;
- faibles pour la vigilance (35 % pour le trajet en navette, 35 % pour le trajet en pod) et le stress (36 % pour le trajet en navette, 37 % pour le trajet en pod).

Les participants ont montré des réponses émotionnelles assez positives à la technologie et se sont avérés relativement à l'aise avec l'expérience en dépit de sa nouveauté.

Pour les trajets en pod et en navette, les scores d'enthousiasme sont significativement plus élevés que pour les EEG contrôlés (30 % lors de la lecture EEG de base contre 45 % pour le trajet en navette), tandis que pour d'autres mesures de performance, les différences sont beaucoup moins significatives. Cependant les niveaux de mobilisation et d'enthousiasme varient considérablement d'un participant à l'autre et ces différences peuvent être liées au statut socio-économique, à l'âge, au sexe et à l'itinéraire spécifique du véhicule adopté. Par exemple, pour le trajet en navette, les hommes ont des niveaux d'enthousiasme plus élevés que les femmes, tandis que les participants les plus jeunes et de statut socio-économique plus élevé ont des niveaux d'enthousiasme plus faibles que les participants des catégories d'âge plus élevées. Par contre, les femmes ont des niveaux d'enthousiasme et d'intérêt plus élevés que les hommes pour les trajets en pod. Ces différences entre les sexes pourraient s'expliquer par les caractéristiques des véhicules eux-mêmes ainsi que par les différences d'attitude observées tout au long du programme de recherche.

Une analyse plus approfondie a été réalisée sur la façon dont l'état émotionnel change pendant le trajet. Cela a été fait en analysant les indicateurs de performance au cours des cinq premières minutes du trajet en navette et en les comparant avec les indicateurs de performance pour le reste du trajet. Pour les hommes, les niveaux d'enthousiasme diminuent à mesure que le voyage progresse, tandis que pour les femmes, les niveaux de concentration diminuent et il y a également une diminution des niveaux de stress, bien que celle-ci soit moins forte. Un effet similaire est constaté chez les participants issus de groupes socio-économiques plus élevés.

Cela suggère qu'à mesure que les participants se familiarisent avec la technologie, les réactions plus immédiates et émotionnelles s'atténuent. Les niveaux plus élevés de mobilisation et de concentration pourraient être attribués à la nouveauté de l'expérience et à l'appréhension de tester pour la première fois une nouvelle technologie sur des routes complexes, déclenchant davantage de réactions émotionnelles.

Les différences dans le type d'émotion pourraient être dues aux différences observées entre les sexes dans les attitudes sous-jacentes à l'égard de la technologie et des véhicules automatisés en particulier, les femmes signalant des taux d'incertitude plus élevés et des taux de confort inférieurs à ceux de leurs homologues masculins avant d'essayer les véhicules. Cependant, l'expérience du véhicule conduisant et interagissant avec les autres usagers de la route comme le ferait n'importe quel autre véhicule, contribue à apaiser ces premières réactions plus émotionnelles, qu'elles soient positives ou négatives.

Ce modèle suit les théories du double traitement qui suggèrent que les individus peuvent réagir à des situations par deux voies différentes : l'une est liée à des réactions plus immédiates et spontanées et est motivée par des attitudes, des habitudes et des émotions sous-jacentes (également appelées réactions expérientielles) ou une voie plus réfléchie, motivée par une pensée plus délibérative et possible lorsque les individus disposent de suffisamment de temps, de ressources cognitives et de motivation pour s'engager dans une délibération plus rationnelle (système rationnel, traitement systématique ou traitement délibératif).

Lorsque les participants ont testé la technologie pour la première fois, leurs réponses ont eu tendance à suivre la voie plus spontanée, mais il est possible qu'à mesure qu'ils se sont familiarisés avec la technologie, ces émotions se soient atténuées, leur permettant ainsi de commencer à évoluer vers un traitement plus systématique.

L'analyse suivante a porté sur l'impact de la cinématique du véhicule sur l'état émotionnel pendant le trajet en navette.

Les principales conclusions sont les suivantes :

- les accélérations et les virages sont associés à des niveaux d'enthousiasme un peu plus élevés, en particulier chez les hommes ;
- pendant les deux premières secondes d'un événement cinématique du véhicule, l'enthousiasme est généralement plus élevé pour les virages et les accélérations, alors que l'effet inverse est constaté pour les décélérations ;
- les niveaux de stress sont généralement plus restreints au cours de la dernière phase de l'événement dans le cas des virages et des accélérations, en particulier pour les femmes, même s'ils restent généralement faibles ;
- cette constatation pour les femmes est conforme à ce qui a été constaté concernant l'évolution de l'état émotionnel au cours du trajet, à savoir que les femmes se sentent peut-être plus à l'aise au fur et à mesure que les événements du trajet se déroulent.

Ces résultats sont conformes aux changements observés dans l'état émotionnel tout au long d'un trajet et confirment qu'à mesure que les participants se familiarisent avec la technologie, les réactions plus immédiates et émotionnelles, positives ou négatives, s'atténuent.

Enfin, les enquêtes menées avant et après l'essai ont été analysées afin d'étudier le lien entre les relevés EEG et l'état émotionnel déclaré par les participants. Les principales conclusions sont les suivantes :

- les enquêtes postérieures à l'essai montrent des niveaux plus élevés d'accord avec les états émotionnels positifs par rapport aux enquêtes antérieures à l'essai ;
- l'augmentation de l'enthousiasme entre l'EEG de base et l'EEG de la navette, ainsi que l'enquête avant et après l'essai, démontrent une tendance vers des sentiments plus positifs.

Les résultats de l'EEG et les enquêtes menées avant et après l'essai sont donc cohérents.

Les résultats montrent que les participants réagissent de manière positive à l'expérience de la conduite d'un véhicule automatisé et que les sentiments d'anxiété et/ou de stress sont généralement faibles. Il existe des

différences entre les groupes en ce qui concerne l'état émotionnel ressenti pendant le trajet et la manière dont ces états émotionnels évoluent au cours du trajet ou sous l'influence de la cinématique du véhicule. Ces différences auront des répercussions sur les choix techniques et politiques visant à atténuer certains états émotionnels si les véhicules à conduite autonome se généralisent.

Les changements d'état émotionnel observés tout au long d'un trajet suggèrent également l'intérêt de donner aux membres du public la possibilité d'essayer la technologie. Cela devrait être fait avec une représentation diversifiée du public, à la fois pour répondre à différentes préoccupations et permettre une appropriation de la technologie de conduite automatisée.

Les deux premières parties se sont intéressées à l'évaluation de l'acceptabilité sous la forme d'enquêtes auprès d'individus.

Les travaux présentés dans les parties suivantes sont des publications académiques, la plupart ayant fait l'objet de publications en 2023.

Les travaux académiques s'intéressent à la modélisation de l'acceptabilité, à partir de données la plupart du temps issues d'une population cible. Les données brutes sont ensuite intégrées dans des évaluations analytiques et modélisées pour faire apparaître les facteurs sous-jacents des résultats déclarés par les individus. L'acceptabilité est alors présentée comme combinaison de différents facteurs et comme l'objet de corrélations de ces facteurs.

3. Evolution des tendances de l'acceptabilité et de la perception grand public

La partie suivante présente les évolutions et les tendances générales de l'acceptabilité à partir des données récoltées sur des populations cibles. Contrairement aux parties suivantes, ces travaux ne se focalisent pas sur une composante afin de réaliser des études thématiques mais s'intéressent le plus souvent à des revues de littérature permettant de tirer des tendances génériques.

Cette partie est introduite par une publication relatant les premières réactions du grand public dans le cas des premiers déploiements commerciaux réalisés à San Francisco aux Etats-Unis. L'acceptabilité globale est alors présentée sous un angle adressant l'acceptation du public et ne se limite plus à de l'acceptabilité déduite d'enquêtes déclaratives.

c. Understanding and addressing the resistance towards autonomous vehicles (AVs). Nordhoff. Preprint. (2023)

Cette étude est réalisée suite aux premiers déploiements de services de robots-taxis à San Francisco à partir de commentaires soumis par des habitants de San Francisco à la Commission des transports publics de Californie (CPUC). Les résultats présentés dans cet article tentent de présenter un cadre expliquant et prédisant la résistance observée à San Francisco.

Cette étude a ainsi pour fondement l'analyse de la résistance des usagers ainsi que les facteurs de cette résistance à travers les commentaires transmis par la CPUC à San Francisco.

Méthodologie

Les commentaires rapportés et analysés dans cette étude ont été adressés à la CPUC entre le 6 février 2020 et le 13 août 2023.

Les données ont été analysées en quatre étapes.

D'abord, une simple analyse des fréquences d'apparition des termes les plus communs a été réalisée, en réorganisant les mots selon leur classe grammaticale et en évitant les doublons. Afin de simplifier le travail de l'algorithme, les phrases ont été réécrites en phrases plus courtes.

Puis, les mots ont été ordonnés en catégories principales suivant leur fréquence d'apparition, suivant un développement inductif.

Un modèle d'allocation latente a été construit afin de rechercher l'occurrence des thèmes identifiés dans la partie précédente. Cette identification a été réalisée à partir de termes racines dans la base de données. Les mentions des termes ont été transcrites en fréquences d'apparition pondérées en fonction du nombre d'occurrence (l'indicateur étant lié au nombre d'apparitions d'un même terme dans une phrase).

Enfin, des commentaires illustratifs ont été sélectionnés pour caractériser la signification de chaque thème identifié.

Résultats

Un total de 325 commentaires et 2283 phrases a été analysé. La plupart des répondants a été en interaction avec les véhicules automatisés comme usagers extérieurs, tandis que seulement une faible proportion a rapporté avoir eu une situation de passager dans ces véhicules. Les répondants représentent également des usagers vulnérables avec des besoins spécifiques.

Les thèmes identifiés peuvent être regroupés selon les aspects suivants : la sécurité, le trafic, les choix de parcours, la consommation d'énergie et la pollution de l'air, l'équité sociale, la réglementation, l'économie et la société.

La figure suivante représente la fréquence d'apparition des 35 termes les plus utilisés par les répondants.

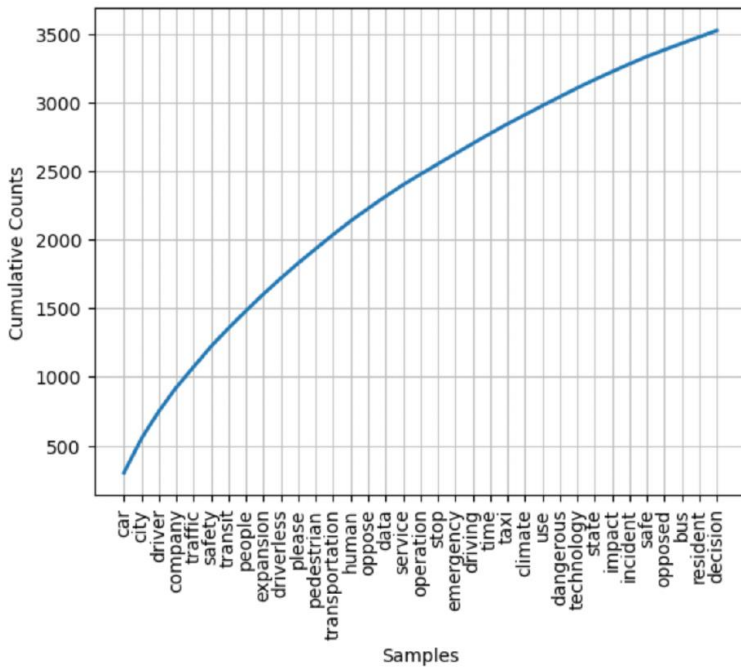


Figure 8 : Fréquence d'apparition des 35 mots les plus courants dans les commentaires

Le tableau suivant détaille les résultats obtenus. Le nombre d'occurrence mesure le nombre de phrases mentionnant au moins deux fois un même mot-clé correspondant au thème ou sous-thème dans la même phrase.

Thème principal	Sous-thèmes et signification	Nombre d'occurrence
Sécurité	Imprévisibilité : en raison des comportements non humains, erratiques, inattendus, contribuant à un niveau faible de confiance et de sécurité perçue	26
	Conduite illégale : le véhicule s'engage dans une conduite illégale, violant les règles du code de la route (grille un feu rouge ou un stop, circule dans la voie de bus)	0
	Situations conflictuelles : le véhicule est un danger pour la sécurité, il est perçu comme risqué, non sûr, ou dangereux, en causant des situations de collision, des manœuvres d'évitement par les autres usagers	76
	Communication explicite : manque de communication explicite avec les véhicules automatisés en raison de l'absence d'humain (conducteur), ce qui contribue à diminuer la sécurité perçue et le sens du contrôle, en particulier en intersections, et contribue à limiter la confiance en les capacités du véhicule	76
	Bénédiction pour la sécurité : impacts positifs pour la sécurité, en particulier pour les population vulnérables, augmentant les performances de conduite comparé au conducteur humain en raison des capacités de détection avancées, respectant le code de la route, et non en proie aux comportements de performances humains	1
Trafic	Capacité de la route, congestion, flux de trafic : impact négatif sur la capacité de la route, la congestion et le flux de trafic en raison du nombre de véhicules perçus plus important, se comportement de façon non prévisible, de manière erratique, bloquant d'autres usagers comme les véhicules d'urgence	52

Choix de déplacement	Transport en commun, marche, usage du vélo : impact négatif sur les transports publics, et sur les modes de transport doux, menaçant la transition vers des modes de mobilité plus durables et inclusifs	17
Consommation d'énergie et pollution de l'air	Pollution, émissions, énergie et carburant : impacts négatifs des véhicules automatisés sur la consommation d'énergie, sur la pollution de l'air en circulant à vide, contribuant à augmenter les véhicules kilomètres parcourus et la dépendance à la voiture, et altérant la réalisation de la vision zéro et de la mobilité plus durable	21
Equité sociale	Conception du véhicule : accessibilité insuffisante du véhicule, contribuant à une exclusion sociale des populations vulnérables à mobilité réduites (réservation via application smartphone, entrée/sortie du véhicule, assistance par les autres passagers)	51
	Engagement public : insuffisance de l'engagement public dans les décisions des tests et de l'exploitation des véhicules automatisés sur les routes publiques, ce qui contribue à un sentiment d'injustice sociale et d'inégalité parmi les habitants de San Francisco, en particulier par les populations marginalisées et par les représentants des entreprises de la tech	25
Réglementation	Responsabilité : questions de responsabilité non résolues rendant les véhicules automatisés responsables des violations du code de la route ou des accidents	16
	Transparence : transparence insuffisante en ce qui concerne le partage des données de performances	0
Economie	Emploi : craintes de pertes d'emploi pour les conducteurs professionnels et association de ces craintes au soutien trop faible du gouvernement	19
Société	Protection des données : craintes concernant la protection des données, notamment des capteurs qui enregistrent des données sur les usagers de la route	42
	Humanité : les véhicules automatisés incarnent l'intelligence artificielle et sont une menace pour l'humanité	0

Tableau 2 : Présentation des thèmes et signification des thématiques rapportées par les répondants

Synthèse du cadre conceptuel construit

Le modèle construit suppose que l'occurrence de la résistance est un résultat direct de la perception de la menace, qui est une fonction des caractéristiques individuelles et du système global, des conséquences directes et indirectes de l'usage du système, des réactions des autres, et des événements extérieurs.

Les caractéristiques individuelles sont, sans se limiter à, l'âge, la vulnérabilité, les handicaps et la connaissance. Les caractéristiques du système incluent les communications explicites, l'imprévisibilité du véhicule et la conception du véhicule. Les conséquences directes de l'usage incluent (sans se limiter à) l'expérience en tant que passager et en tant qu'autre usager de la route en cas de situation conflictuelle. Les réactions des autres incluent (sans se limiter à) le bouche-à-oreille, l'engagement des décideurs publics et d'autres acteurs, la gouvernance et la réglementation. Les événements extérieurs incluent (sans se limiter à) l'engagement politique des décideurs et des acteurs, la gouvernance et la réglementation.

Conclusion

Ces résultats sont à mettre au regard des caractéristiques des répondants, qui montrent largement une résistance à l'introduction des véhicules automatisés à San Francisco. Il a été montré en particulier que 82 % des répondants n'ont pas reçu d'information ni de formation sur les véhicules automatisés, que 41 %

seulement avaient une légère connaissance de ces véhicules. En conséquence, 44 % ne leur font pas confiance.

En particulier, les interactions avec les véhicules de premier secours et les premiers intervenants peuvent poser problème et représentent une thématique largement sensible pour le public. Dans ce cadre, les répondants envisagent bénéfique de réaliser des campagnes de sensibilisation et de mise à niveau des véhicules pour leur permettre d'interagir en sécurité avec les véhicules des services de secours et d'intervention.

d. Public discourse on automated vehicles in online discussion forums: A social constructionist perspective. Waltermann et al. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. Elsevier. (2023)

L'objectif de cet article est d'enquêter l'opinion publique au sujet des véhicules automatisés, sur la base d'une analyse quantitative de données de conversations dessinée dans une perspective de construction sociale. Deux communautés en ligne sur Reddit (réseau social communautaire américain) ont été utilisées entre janvier 2016 et mars 2021. Quatre grands canaux de discussions sont identifiés à travers les dimensions sociales, économiques, éthiques et légales.

Objectifs

Les auteurs cherchent à répondre à trois objectifs :

- (1) Contribuer à fournir une connaissance pratique pour l'opération et la conception d'un produit plus socialement accepté, en basculant d'une perspective basée sur le consommateur à une perspective basée sur l'utilisateur.
- (2) Alimenter les fondements d'une gouvernance plus démocratique des véhicules automatisés, correspondant à une innovation plus responsable du social et de l'éthique.
- (3) Contribuer à la recherche en sciences sociales en répondant aux appels aux investigations des dimensions sociales de l'acceptabilité du public autour des véhicules automatisés.

Méthodologie

Cette étude est basée sur un large échantillon de publications sur la plateforme en ligne Reddit¹¹ entre janvier 2016 et mars 2021. Un processus en quatre étapes a été utilisé pour accéder aux informations des conversations communautaires :

- un script Python a permis de collecter les historiques des conversations sur deux canaux (r/SelfDrivingCars et r/Futurology) en l'espace de cinq années,
- un deuxième script Python a été développé pour filtrer les données et identifier les conversations intéressantes dans le cadre de l'opinion publique des véhicules automatisés en utilisant un dictionnaire,
- dans ces discussions, les sujets majeurs et les dynamiques de l'opinion publique ont été identifiés selon une analyse quantitative par Leximancer,
- les résultats de l'opinion publique ont été organisés en une vision globale liée aux courants de recherche actuels.

Le schéma du processus de l'analyse est présenté ci-dessous.

¹¹ Reddit est le sixième site internet le plus visité aux Etats-Unis et la plateforme de discussion la plus utilisée avec plus de 50 millions d'utilisateurs actifs par jour. Comparé à d'autres communautés plus restreintes avec une base d'experts, Reddit est plus populaire et disponible pour le grand public. Les publications sur la plateforme sont possibles sous forme de contributions détaillées, vérifiées dont la qualité est assurée et anonymisée.

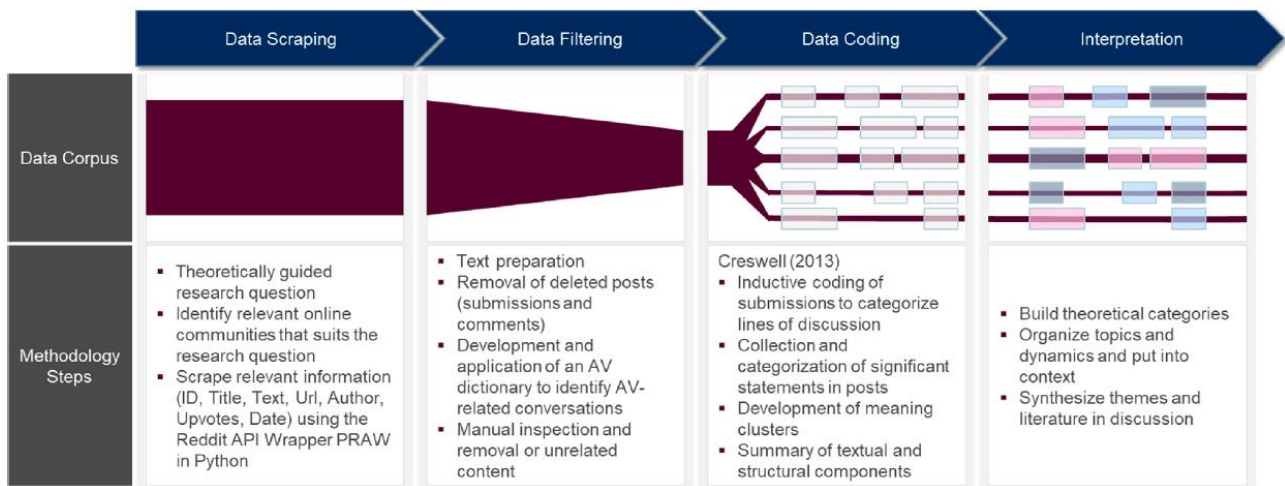


Figure 9 : Processus méthodologique de l'étude à partir des deux canaux de discussions de Reddit.

Reddit est organisé en communautés de discussion regroupées autour d'un sujet particulier. Pour cette étude, deux canaux de discussion favorisant des discussions de bonne qualité sur les sujets du véhicule automatisé ont été choisis. La première (r/ SelfDrivingCars) se concentre sur les véhicules automatisés et les systèmes avancés d'aides à la conduite (ADAS), avec plus de 75000 membres. La deuxième (r/ Futurology) est plus largement dédiée aux domaines du futur et aux spéculations sur le développement de la technologie en lien à l'humain et à la civilisation, avec une base de 17.4 millions d'utilisateurs.

Ces deux canaux de conversations sont vérifiés par des modérateurs et régulés avec des exigences de qualité des publications contenues. r/ Futurology a en plus d'autres sources de contrôle de la qualité des propos afin d'éviter la circulation de fausses informations.

Les éléments dans les conversations ont été recherchés après 2016, avant 2016 les discussions étaient très peu conséquentes autour des sujets de conduite automatisée et uniquement entre des experts avisés du sujet, non représentatifs du grand public. Un dictionnaire a été développé afin de reconnaître des mots clefs : *autonomous, self-driving, driverless, autopilot*, ainsi que dix-huit autres mots clefs. Les données collectées ont concerné un total de 389863 contenus, parmi lesquelles 23392 étaient des publications et 366471 des commentaires.

Un processus de filtrage a ensuite été appliqué afin de retirer les publications supprimées et les publications avec un nombre de réponses inférieur à 100. De plus, uniquement les conversations regroupant un intérêt suffisamment important par le public ont été retenues. Un total de 157418 contenus a été retenu dont 446 publications et 156972 commentaires. Un processus d'analyse de chacune des publications, notamment en termes de pertinence a été réalisé, ce qui confère à l'étude 209 publications et 56878 commentaires.

Les analyses ont d'abord consisté à regrouper les textes en paquets selon six catégories : les impacts macro-économiques, la technologie, les entreprises, la protection des données, l'éthique et la politique et la réglementation.

L'analyse des données, afin d'être pertinente pour des analyses qualitatives et représentative de la complexité du sujet et de ses concepts, a utilisé un logiciel capable de recherche des concepts et des thèmes sans l'aide d'un chercheur. Des études sur le logiciel Leximancer ont montré sa capacité à effectuer des recherches sans biais, d'identification de propriétés syntaxiques et fiable.

Chaque thème identifié a inclus entre 100 et 500 citations (publications et commentaires). Des clusters ont été identifiés selon les fils de discussions relatifs à chaque thématique. L'essence de l'opinion publique a été récoltée en synthétisant le contenu des textes et des composantes structurelles des expériences décrites. Après des analyses préliminaires, quatre thèmes ont été retenus : social, économique, éthique et légal. Une approche de triangulation pour agréger les données a été utilisée pour classifier les publications dans chacun des quatre thèmes.

Résultats

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Présentation des facteurs d'influence de l'opinion publique de chacun des quatre thèmes identifiés sur les canaux de discussion Reddit

Social	Economique	Ethique	Légal
<ul style="list-style-type: none">- Revenu disponible & emploi- Inclusion sociale- Surveillance gouvernementale & protection des données- Rôles et usage des véhicules- Fréquence des trajets & choix du lieu de résidence	<ul style="list-style-type: none">- Infrastructure routière & taxes- Développement urbain- Transport public & voyages aériens- Technologie- Fournisseurs de véhicules automatisés	<ul style="list-style-type: none">- Algorithmes moraux- Responsabilité et Confiance- Sécurité & prévention des risques	<ul style="list-style-type: none">- Accès aux données & usage- Responsabilité & assurance- Essais et support d'innovation

Le pilier économique résume les perspectives politiques, commerciales et d'infrastructure. A l'inverse, les dimensions éthiques et légales renvoient aux facteurs d'atténuation à travers des règles volontaires (éthiques) et obligatoires (légales).

Les discussions sont polarisées à la fois en termes d'importance perçue des véhicules automatisés, de tonalité (positive ou négative), et de perspective prise (individuelle, sociétale, réglementaire ou économique).

Dimension sociale

Au niveau sociétal, les implications des véhicules automatisés sont discutées autour des revenus disponibles, de l'emploi, de l'inclusion sociale et de la protection des données (dont le risque de mauvais usage des données personnelles par les tiers).

Du côté des impacts économiques sur les particuliers, l'opinion publique se montre sceptique sur les retombées potentielles annoncées notamment en ce qui concerne l'emploi et les pouvoirs de contrôle. En plus du remplacement de la main d'œuvre existante par une main d'œuvre plus qualifiée, la peur du remplacement de l'humain par l'automatisation se fait ressentir. D'autres mettent en avant le rythme lent auquel l'automatisation des véhicules arrive, appuyant sur la limitation des craintes concernant les emplois.

Tandis que les véhicules automatisés sont pensés comme ayant la capacité d'offrir une mobilité plus inclusive pour tous les usagers (jeunes, personnes âgées, personnes de classes populaires), des critiques sur les questions d'équité restent viventes. En particulier, le grand public craint que ces services ne soient accessibles qu'aux populations des villes et de revenus élevés. La population suggère ainsi que ces systèmes soient rendus accessibles d'utilité publique par tous.

Les populations craignent que les véhicules automatisés soient victimes de cyber attaques et craignent pour leurs données personnelles, que ceux-ci soient le moyen pour le gouvernement et les entreprises de gagner du pouvoir afin de contrôler le public en exploitant ces données. Certains vont plus loin en établissant que la technologie elle-même renferme un problème plus profond de son usage par une restriction des libertés personnelles.

La capacité de réaliser d'autres tâches que la conduite à l'intérieur du véhicule est perçue positivement par une large partie de la population (dont la plupart du temps la possibilité de dormir ou travailler), notamment comme facilitateur d'un gain de sécurité et de la capacité à voyager. En revanche, la possibilité de travailler plus pendant les trajets est perçue comme une crainte par certains, en particulier comme une exigence naissante de meilleure productivité. Par ailleurs, des activités plus futuristes comme cuisiner, réaliser des exercices sportifs sont également pensées par le grand public. Des dispositifs de connectivité sont suggérés à la fois pour améliorer la sécurité mais aussi pour améliorer le confort. La particularité de pouvoir basculer

d'un système de propriété individuelle des véhicules à des véhicules partagés dans le cadre d'un service est abordée. Les avantages et inconvénients de la propriété individuelle face à la mobilité partagée sont discutés comme les questions liées au mode de vie. La question du statut social de la propriété d'un véhicule pourrait basculer pour certains au fait d'avoir accès à un véhicule partagé, marquant le passage à une société dominée par la mobilité automatisée et partagée.

Les avantages liés à l'automatisation de la conduite autour des activités permises par ces nouveaux types de mobilités, laissent présager de nouveaux principes de voyage et de choix de résidences. De possibles répercussions sur la fréquence de voyage sont déduites des occasions de loisirs et de travail nouvelles. Du côté du choix de résidence, deux perspectives sont envisagées : s'éloigner des centres urbains denses (immobilier moins cher et gain de place hors des zones urbanisées) ou au contraire s'en rapprocher en les rendant plus attractifs (en conséquence de la réduction du besoin d'un véhicule personnel au profit d'une mobilité partagée, rendant les villes plus agréables à vivre).

Dimension économique

La perception du public par la dimension économique se concentre autour des défis liés à l'infrastructure, à une potentielle augmentation des taxes et aux implications du développement urbain par une évaluation du système de transport par les usagers.

Un défi majeur est perçu du côté de l'équipement de l'infrastructure pour permettre le déploiement des véhicules automatisés ainsi que du côté des capitaux publics en pénurie. Le premier défi est présenté comme le fait de surmonter la suppression des opérateurs humains et l'intégration de ces véhicules dans la planification des transports. Le gain potentiel de capacité de la route est énoncé parmi les conséquences attendues du déploiement des véhicules automatisés. Les discussions sont également orientées autour de l'augmentation des taxes due à ces nouveaux véhicules, qui réduiraient les revenus des villes en raison de la limitation des infractions. Le grand public craint également que les constructeurs fassent reposer toutes les charges de développement sur le public. Par ailleurs, certains espèrent des investissements gouvernementaux en raison des retombées économiques envisageables à plus long terme.

Les discussions autour du développement urbain sont orientées sur le trafic, les limitations de vitesse, les zones de stationnement et l'immobilier urbain. Les populations envisagent une meilleure efficacité du système de trafic en raison de l'intégration des véhicules dans des stratégies de contrôle des flux de circulation, permises par les données de trafic en temps réel. Par ailleurs certains craignent une détérioration des conditions de trafic par l'intégration de ces véhicules. Enfin, la question des voyages à vide par les véhicules reste ouverte, certains proposent la solution de réaliser du transport de marchandises en dehors des périodes d'heure de pointe du transport de passagers.

Le remplacement des transports publics et aériens par des systèmes de mobilité partagée automatisés est évalué. La plupart des répondants se disent non satisfaits par les options actuelles du transport public (en particulier par les systèmes de bus). Les inconvénients cités sont le manque d'intimité et d'espaces sanitaires propres, des retards, des déplacements non efficaces et non fiables. Dans ce contexte, les bus autonomes ne sont pas perçus comme attractifs, tandis que la mobilité partagée automatisée, en permettant une mobilité à la demande porte-à-porte, privée et directe pour tous est perçue positivement. Les usagers perçoivent mieux les apports de l'automatisation pour la mobilité du dernier kilomètre, en complément des transports publics.

D'un point de vue de la technologie, les discussions s'intéressent aux effets économiques, au défis de son adoption et aux capacités de l'humain de se l'appropriée. Globalement, les aspects économiques sont perçus positivement, comme moteur de l'innovation et des opportunités. Néanmoins, les prédictions de l'adoption par les usagers sont plutôt divergentes, s'étalant d'un niveau de maturité optimiste à court terme à des opinions négligeant l'arrivée des véhicules automatisés un jour. Leur arrivée est prédite dans les transports publics pour permettre une mobilité à tous, pour la logistique en offrant des perspectives de véritables gains du marché et autour des cas d'usage de robot-taxis où le modèle économique laisse entrevoir de belles perspectives. Les discussions émanent aussi des processus déployés pour l'apprentissage et pour les tests (les accidents Tesla font craindre de la maturité technologique avant les premiers déploiements). Les usagers préconisent de se concentrer sur les cas critiques et les modes de défaillance et sont en faveur du partage

de données pour construire une opinion commune et positive auprès du grand public afin d'assurer une bonne prise de décision en cas de situations ambiguës. Les capacités de la technologie et de l'humain font également l'objet de comparaisons dans les domaines des capacités visuelles (perception, compréhension), opérationnelles (temps de réaction, complexité de l'environnement), comportementales (communication, intuition et prise de décision), de progressivité (formation et amélioration). Certaines dimensions sont perçues en faveur des véhicules automatisés (capacités analytiques, temps de réaction) tandis que d'autres purement humaines sont encore perçues comme insuffisantes du côté des véhicules automatisés (communication, interprétation des comportements humains). La capacité des véhicules automatisés à être meilleurs que l'humain est discutée : certains citent les gains de sécurité des flottes Waymo tandis que d'autres font remarquer la faible quantité de données ou les conditions « parfaites » de circulation dans lesquelles elles sont enregistrées.

Les discussions autour des constructeurs se sont orientées autour des constructeurs émergents tels Waymo, Tesla ou Uber, face aux constructeurs conventionnels. Les commentaires à propos de Tesla représentent la majeure partie, orientés autour des opinions tranchées partagées par Elon Musk (à la fois perçue positivement par certains ou bien négativement par d'autres, donnant une place quasi inexistante aux opinions nuancées à son propos). Le public est aussi critique autour de Waymo par rapport aux promesses surestimées et à la maturité encore trop faible de la technologie afin de permettre le déploiement de véhicules totalement autonomes. La terminologie est de ce fait débattue. En outre, les deux entreprises Tesla et Waymo sont comparées, à partir des visions et des objectifs, des valeurs, des coûts et de la rentabilité : stratégie d'entrée rapide sur le marché de Tesla et de forte source de données face à une technologie leader et un accès au capital par Waymo. Du côté de Uber, des perceptions négatives sont traduites par la culture de l'entreprise et son fort taux d'accidents. Bien que les trois entreprises aient un fort pouvoir compétitif, les participants notent leur intégration sur des marchés différents. Tesla offre des véhicules abordables aux consommateurs équipés de dispositifs autonomes alors qu'ils ne cherchent pas à atteindre les niveaux d'automatisation les plus élevés ; Waymo s'intéresse à fournir au service totalement automatisés aux usagers et non à vendre un véhicule aux consommateurs ; Uber se focalise à devenir un entrepreneur de logiciels, en développant des plateformes automatisées pour le constructeur Volvo. Enfin, les commentaires sur les constructeurs conventionnels représentent une petite partie des discussions, critiquant le loupé des constructeurs à la course à l'automatisation (Ford et General Motors sont cités). A l'inverse, les capacités technologiques de Mercedes et Volkswagen sont citées. Le futur environnement de marché est discuté sous différents angles : certains voient une industrie de l'automatisation dominée par de gros acteurs ayant les investissements nécessaires tandis que d'autres voient un écosystème construit autour de plus petits acteurs et de nouveaux entrants, témoignant de l'incapacité de dominer la technologie mais de progresser par l'innovation de tous.

Dimension éthique

Les dimensions de l'éthique sont discutées autour de trois impacts : la programmation éthique des algorithmes, la responsabilité et la confiance envers les véhicules automatisés ainsi que la sécurité et la prévention des risques.

Les discussions autour de la prise de décisions écrites par des algorithmes humains et exécutées par des machines se concentrent autour de trois sujets : les comportements corrects des véhicules en situations nominales et extrêmement critiques (dilemme moral) et la différenciation de l'éthique en comparaison au conducteur humain. Par rapport au premier point, le système devant satisfaire au code de la route, le public pense que les véhicules ne devraient pas être capables de prendre des décisions morales. Pour le deuxième point, la question de la priorisation de certains usagers sur d'autres est au cœur des débats, le véhicule ayant la possibilité de prioriser les occupants ou les autres usagers de la route, les personnes âgées ou les enfants. La priorisation potentielle se rapporte soit à des considérations égoïstes soit à des considérations sur la valeur de la vie des usagers. Pour le dernier point, les participants ont mis en avant la présence exacerbée de l'éthique pour la technologie dans le cas de la comparaison à la décision humaine. En ce sens, la critique indique que dans les mêmes situations mises en exergue pour les véhicules automatisés, les conducteurs humains ne sont pas soumis aux mêmes principes d'éthiques.

Les questions de responsabilité entre le conducteur pour le cas des véhicules partiellement automatisés, le constructeur du véhicule ou bien le véhicule lui-même font débat. Le grand public a tendance à blâmer le véhicule lui-même, considérant que c'est lui qui a pris la décision en cas d'accident, bien que certains s'accordent à dire que la responsabilité est partagée entre les trois entités. Les usagers déclarent ne plus faire confiance aux véhicules automatisés après avoir entendu des faits d'accidents dans les médias. D'autres avancent que les cas d'accidents font naître une anxiété disproportionnée et une extrapolation des défaillances chez le grand public.

La question de la sécurité et de la prévention du risque est directement liée à la question de l'acceptabilité par le public de ces nouveaux systèmes, en lien avec l'établissement du niveau de risque. Les attentes sur le niveau minimum de maturité technologique sont hautes et strictes en ce que les répondants estiment que les véhicules automatisés devraient être meilleurs que les conducteurs et non seulement égaux. D'un autre côté, certains estiment que les véhicules automatisés ne doivent être que marginalement meilleurs que les humains, critiquant ainsi les attentes trop élevées qui ont tendance à effrayer la population. Certains vont plus loin en affirmant qu'un jour le conducteur humain ne sera plus légalement permis en ce qu'il sera toujours à l'origine d'erreurs que les machines auront éliminées (conduire n'est pas un droit mais un privilège).

Dimension légale

Les dimensions légales de la perception des véhicules automatisés concentrent des aspects sur l'accès aux données et le droit d'usage, la réglementation sur le régime de responsabilité et les conséquences sur les assurances ainsi que la circulation sur la voie publique. Les avis sur la réglementation sont divergents, d'une part montrant un besoin de réglementer pour contraindre et d'autre part le besoin de favoriser l'innovation pour avancer.

La question de l'accès des données est au cœur des débats sur l'automatisation des véhicules. Les usagers craignent comme indiqué précédemment pour leurs données personnelles de mobilité. En particulier, les craintes se dirigent vers le fait qu'il n'existe pas de barrière légale pour contrôler puisque les gouvernements ont déjà les droits pour suivre les mouvements. Dans le cas de la mobilité partagée, les données ne sont plus personnelles, ce qui supprime le droit sur ses données de déplacement. Les répondants déclarent également que les risques de vol ou d'outrage sont trop sensibles pour permettre aux gouvernements de disposer des données personnelles de mobilité. D'un autre côté en cas d'accidents, certains craignent des procédures trop onéreuses et longues pour avoir accès aux données des véhicules par les constructeurs. De ce fait, les personnes ayant participé aux discussions sont plutôt favorables à un partage des données.

La réglementation du régime de responsabilité est une part des défis de réglementation, plaçant celle-ci soit aux mains du constructeur, soit aux mains du conducteur. La responsabilité des entreprises de software est aujourd'hui totalement inexistante du processus et des discussions sur le régime de responsabilité applicable à la circulation de tels véhicules sur la voie publique. Des discussions émanent autour des principes d'assurance premiums pour les véhicules conduits manuellement, aussi pour des raisons économiques. Certains envisagent une augmentation des charges pour les véhicules conduits par un humain en raison du risque pour la sécurité plus fort, tandis que d'autres militent pour une tendance inversée en raison du niveau global de risque plus faible ou un maintien des charges.

Enfin concernant les essais sur route ouverte, les répondants trouvent la réglementation et les normes trop strictes, ralentissant le processus et freinant l'innovation. D'autres espèrent une réglementation plus stricte pour la circulation sur la voie publique en déclarant que les gains de l'innovation pour le gouvernement sont la raison d'accélérer les vérifications. La présence d'un opérateur de sécurité pendant les expérimentations est remise en cause par certains en mettant en avant la nécessité de montrer que les véhicules sont capables sans conducteurs à bord pour améliorer la confiance des usagers. Les discussions révèlent des difficultés rencontrées par les gouvernements à réguler avec le bon niveau d'exigences.

Conclusion

L'objectif de cet article était de faire un état des lieux de l'acceptabilité et des perceptions du grand public autour des aspects liés à l'automatisation des véhicules, sur la base de deux canaux de discussions sur la plateforme Reddit. Les dimensions sociale, économique, éthique et légales sont ressorties et ont permis de hiérarchiser l'ensemble des publications enregistrées entre 2016 et 2021.

La question de permettre une mobilité inclusive et pour tous est au cœur des préoccupations, et non uniquement pour les plus aisés. De plus, la promotion de la mobilité partagée est prédominante, proposant même d'aller jusqu'à une modification du statut social imposé de la propriété d'un véhicule personnel. Le basculement attendu reste afférent aux pouvoirs publics pour orienter les usages et les priorités.

Par ailleurs, des craintes se font ressentir en particulier concernant les données des véhicules et les libertés individuelles ainsi qu'autour des aspects de sécurité. Le niveau de risque occupe une place importante du débat public : il est question de mesurer le niveau de risque de ces véhicules par rapport à l'humain et de s'assurer que leur intégration ne perturbera pas le niveau de sécurité routière global ainsi que le fonctionnement du système actuel. Les retombées économiques, incertaines aujourd'hui font également craindre des choix des entreprises et des fournisseurs de solutions.

La manière d'adresser les questions liées au régime de responsabilité applicable ainsi que les systèmes d'assurances font débats et posent questions pour le grand public. Réglementer est perçu à la fois positivement mais ne doit pas être un frein à l'innovation.

e. Impact of Prior Knowledge about Autonomous Vehicles on the Public Attitude. Othman. Civil Engineering Journal. (2023)

Cette étude s'intéresse à quantifier et comprendre l'impact du niveau de connaissance des usagers sur l'attitude du grand public aux Etats-Unis. Elle se base sur une enquête par questionnaires réalisée sur près de 6000 personnes entre juin et novembre 2022.

Méthodologie

L'étude a eu pour objectif d'établir le lien entre niveau de connaissance des véhicules automatisés et attitude du public vis-à-vis de la technologie auprès des habitants des Etats-Unis. La période d'étude s'étend de juin à novembre 2022 et celle-ci a été réalisée sur la plateforme SurveyMonkey. Un total de 5778 réponses à travers les Etats-Unis a été récolté.

Le questionnaire a été conçu en deux étapes : à partir de recommandations d'experts ayant testé une première version et à partir de l'évaluation du bon niveau de compréhension pour le grand public. Le questionnaire était organisé en trois parties :

- informer les participants des objectifs et éléments de cadrage de l'étude et partager quelques notions clés sur le véhicule automatisé avant de soumettre les questions ;
- collecter les informations sociodémographiques des répondants ainsi que le niveau de connaissances déclaré des véhicules automatisés ;
- analyser la perception du public : niveau d'intérêt, de confiance et d'inquiétude ainsi que propension à payer pour le véhicule automatisé.

Les données ont été analysées par Etat afin de faire le lien entre le niveau de connaissances et les données sociodémographiques et l'attitude des répondants. Les réponses sont hétérogènes entre les Etats, ce qui a conduit à établir des résultats par région (neufs régions géographiques).



Figure 10 : Cartographie des neuf régions conçues dans le cadre de l'étude pour l'agrégation des résultats

Les régions ont été constituées afin d'avoir un nombre de réponses représentatif de la part de la population américaine de chacune des régions.

Ci-dessous est représentée la distribution géographique des réponses en part de la population.

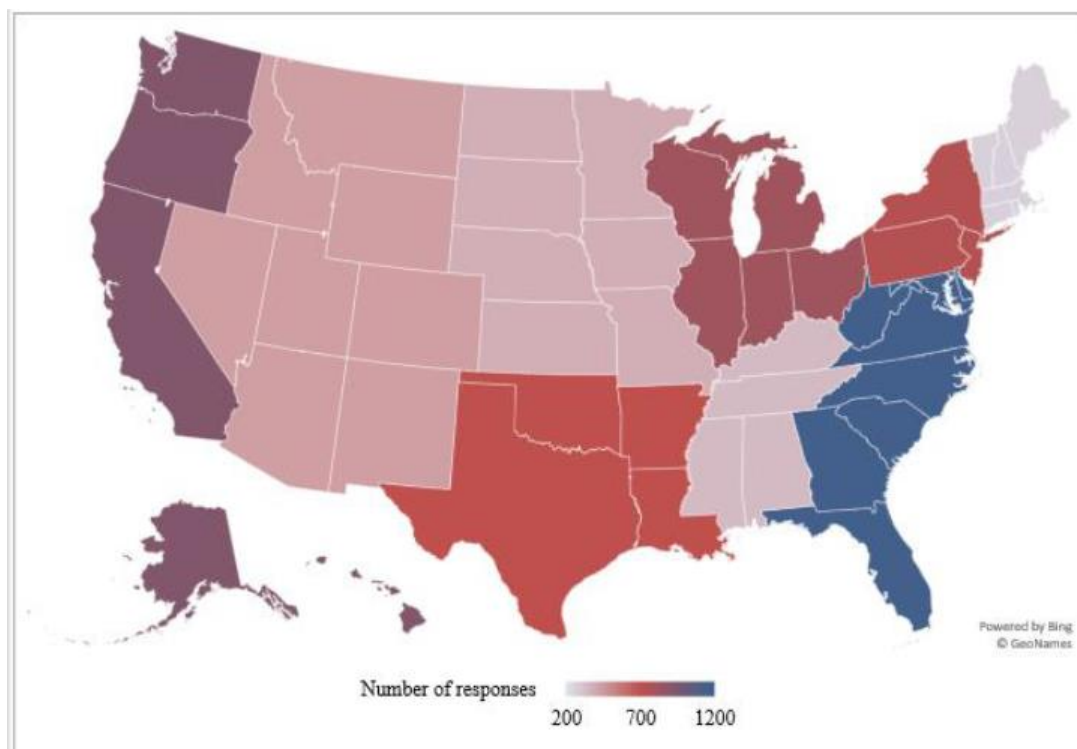


Figure 11 : Nombre de réponses reçues dans chaque région

Résultats

Les résultats ont été agrégés par région et suivant les indicateurs suivants : niveau de connaissance, niveau d'intérêt, niveau d'inquiétude, niveau de confiance et propension à payer. Des cartographies colorées sont présentées dans l'article afin de mettre en avant les distinctions entre les régions.

Les résultats montrent que les régions pour lesquelles les répondants ont déclaré avoir le plus d'informations concernant les véhicules automatisés sont les plus négatives vis-à-vis de ceux-ci, ce qui est mis en avant par les niveaux les plus faibles pour les indicateurs des niveaux d'intérêt, de confiance et par la propension à payer. Ils montrent également le niveau de crainte le plus élevé. A l'inverse, les régions où les personnes semblent avoir le moins d'informations sur les véhicules automatisés sont celles où les répondants se montrent les plus positifs au regard des niveaux d'intérêt, de confiance et de propension à payer.

Le tableau suivant établit une classification des neuf régions en ce qui concerne les différents indicateurs étudiés, 1 étant pour le premier et 9 pour le dernier. Ainsi la région caractérisant le nord est central est celle où le niveau de connaissances est le plus élevé et le niveau d'intérêt le plus faible par exemple.

	Average Level of Knowledge Prior to the Survey	Average Level of Interest	Average Level of Concern	Average Level of Trust	WTP Extra for AVs
East North Central	1	9	4	7	8
West South Central	2	7	3	8	7
East South Central	3	8	1	9	9
Pacific	4	4	5	5	6
West North Central	5	5	6	4	5
Middle Atlantic	6	6	2	6	4
Mountain	7	3	8	3	3
New England	8	1	9	2	1
South Atlantic	9	2	7	1	2

Figure 12 : Classification des régions selon les résultats obtenus selon les différents paramètres

L'analyse semble démontrer qu'il existe une corrélation négative entre la connaissance préalable des véhicules automatisés et le niveau d'intérêt, de confiance et la propension à payer pour les véhicules automatisés. De plus, une corrélation directe ressort entre le niveau de connaissances a priori et les craintes à l'idée de voyager à bord de véhicules automatisés. La perception du public américain montre une corrélation négative entre le bagage initial sur les véhicules automatisés et la perception de ceux-ci.

Ces résultats montrent que la perception des véhicules automatisés est impactée par les facteurs négatifs et les informations négatives. En général, les informations sur les accidents sont très relayées, ce qui contribue à accroître la corrélation négative entre la connaissance préalable et la perception négative qui en découle. De fait, il apparaît que les personnes avec un niveau de connaissances élevé sont plus exposées aux nouvelles négatives sur les véhicules automatisés.

Discussion

L'article fait le lien entre la perception des usagers et la courbe de Hype, et situe la période à laquelle la perception des usagers se trouve par rapport à cette courbe. Les résultats mettant en avant des implications négatives entre connaissance et perception, les auteurs situent la perception du grand public américain en 2022 dans la phase de chute entre les attentes utopiques et la désillusion. De ce constat, les auteurs s'attendent à une balance négative encore pendant quelques années avant le passage vers la phase positive précédant le plateau de productivité.

Les auteurs font également un lien avec le modèle explicatif de l'adoption de la technologie comme succession des phases suivantes : connaissance, persuasion, décision, implémentation et confirmation. Ce processus montre l'importance de la connaissance comme point de départ vers l'adoption. C'est également la plus critique car c'est la phase pendant laquelle les usagers sont exposés à la technologie sans réelle mise

en situation ; forçant les populations à n'être soumises qu'aux informations disponibles dans les médias sans pouvoir réellement expérimenter la technologie. Le passage vers les autres phases n'est possible que si la technologie arrive à convaincre de son utilité, afin de permettre aux usagers de juger de ses avantages/inconvénients et décider de l'adopter finalement.

Parallèlement à ce processus, existe la théorie de la diffusion qui montre le niveau de l'adoption dans la population au cours du temps. Cette courbe suit un S et la part d'adoptant suit une gaussienne, faisant apparaître les cinq catégories d'usagers, des plus sensibles à la technologie, aux plus réticents.

Conclusion

L'article met en avant l'importance de l'opinion du public dans l'adoption de la technologie des véhicules automatisés, et montre que l'opinion est largement forgée par les connaissances a priori relayées dans les médias, au moins jusqu'à ce que les usagers puissent tester et expérimenter par eux-mêmes. De ce constat, les auteurs dressent le constat que la technologie automatisée n'est encore que dans une phase préliminaire de développement, caractérisée par la corrélation négative entre connaissance et attitude.

Autres références

D'autres articles ont été publiés à partir de la même étude :

- *Public attitude towards autonomous vehicles before and after crashes: A detailed analysis based on the demographic characteristics. Othman. Civil & Environmental Engineering. (2023)*
- *Investigating how the public acceptance of autonomous vehicles evolve with the changes in the level of knowledge: A demographic analysis. Othman. Cogent Engineering. (2023)*

f. **Human acceptance of autonomous vehicles: Research status and prospects. Zhang et al. International Journal of Industrial Ergonomics. Elsevier. (2023)**

Cet article dresse une revue de littérature de 94 publications relatives à l'acceptabilité des véhicules automatisés entre 2016 et 2021. L'étude révèle que 80 % des analyses se focalisent sur un usage particulier et que les études descriptives sont plus courantes que les études expérimentales. L'article relève les principaux facteurs clefs affectant l'acceptabilité dans la revue de littérature ainsi que les domaines de la recherche qui restent à explorer. Enfin, la collecte montre que le développement des véhicules automatisés est plus dépendant de l'offre que de la demande.

Les objectifs de cette revue sont les suivants :

- de fournir une perspective complète de l'ensemble des études sur l'acceptabilité des véhicules automatisés ces dernières années en termes de contextes des études, des paradigmes, des modèles appliqués, des facteurs d'influence, et
- de catégoriser et analyser les directions de recherche possibles à partir de cette revue.

Méthodologie

Dans le cadre de cette étude ont été recensés des articles de revue, de journal et de conférence, en anglais. La recherche d'articles ainsi que le processus de sélection des études ont suivi une méthode développée par Page et al. (2021) à partir d'une base de données et d'une identification multicritères.

La base de données utilisée dans le cadre de la méthode mentionnée est *Web of Science [v5.35] Core Collection database*, du 30 avril 2021. Les critères de recherche ont été appliqués selon des recherches croisées à partir des mots suivants : *"autonomous"/"automated"/"self-driving"*, *"vehicle"/"car"*, et *"prefer"/"accept"/"adopt"*. La période de recherche s'est étendue du 1^{er} janvier 2016 au 30 avril 2021. Un total de 170 articles a été trouvé. Des critères d'éligibilité ont été appliqués à cette première base de façon à éliminer les publications suivantes :

- non relatives aux véhicules automatisés,
- non relatives aux attitudes des personnes face aux véhicules automatisés,
- articles présentant des revues ou des méta-analyses.

Une recherche boule de neige (descendante et ascendante) à partir des sources des 71 articles précédents retenus a permis de rajouter 23 articles.

Au total 94 articles ont été retenus, comparés et discutés. Chaque article a été décortiqué selon (1) le pays d'affiliation de l'institution du premier auteur, (2) l'année de publication, (3) le contexte de l'étude, (4) le paradigme de recherche, la méthode et les participants, (5) les modèles théoriques appliqués, (6) les facteurs d'influence ainsi que les autres résultats clés et (7) les limites et recommandations tirées.

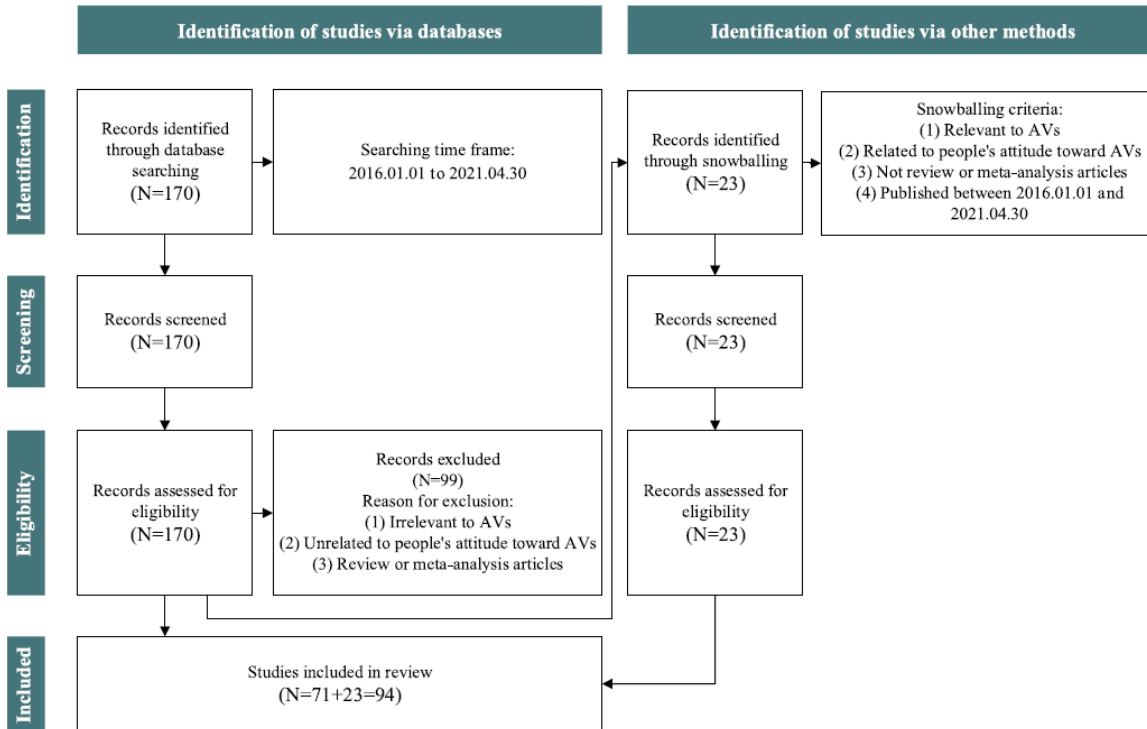


Figure 13 : Revue de littérature et processus de sélection des études

Le nombre de publications sur chacune des années de 2016 à 2021 est respectivement 6, 7, 9, 27, 35 et 10. Une croissance rapide des publications a été remarquée à partir de 2019.

Un cadre commun de travail sur les 94 articles a été choisi et est présenté en figure 10.

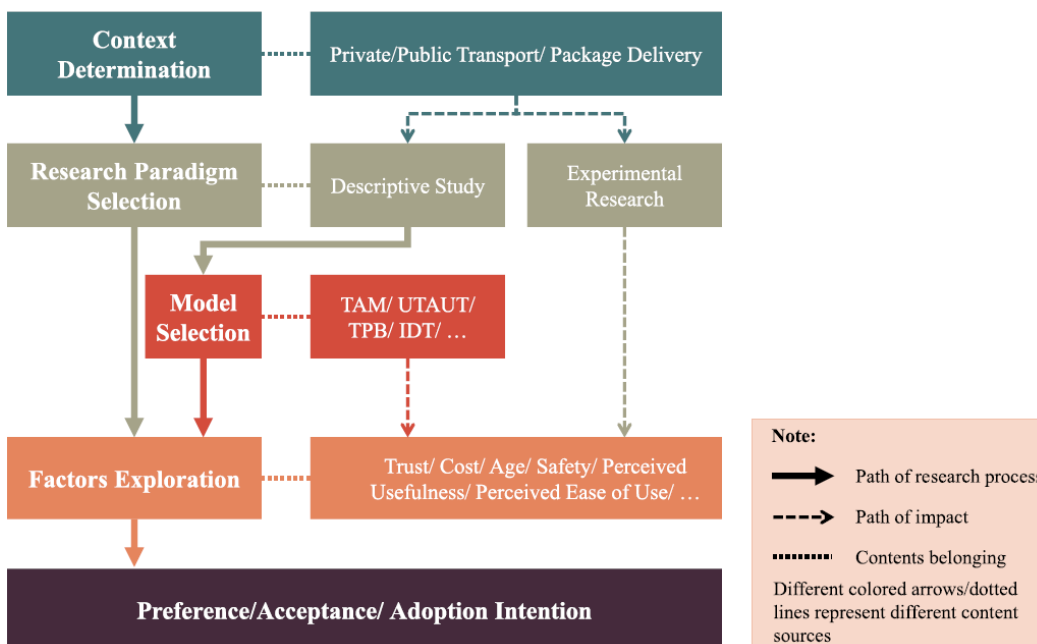


Figure 14 : Cadre commun de progression de la recherche sur les véhicules automatisés à partir de la revue des 94 publications

Le cadre est construit de la manière suivante :

- (1) le contexte d'une étude est censé révéler les cas d'applications de véhicules automatisés relativement à un pays et une géographie, pouvant être le reflet d'un statut de recherche et d'un développement global ;
- (2) le paradigme est censé révéler les méthodes de recherche ainsi que ses forces et faiblesses afin de comparer les technologies de mobilité routière automatisée ;
- (3) le modèle étudié permet de révéler l'adoption et l'extension du modèle en lien aux technologies émergentes ;
- (4) analyser les facteurs identifiés et influençant l'acceptabilité permet de faire ressortir les facteurs ressortant comme les plus partagés et les corrélations entre eux.

Résultats

(1) Contexte

Les publications retenues s'intéressent à trois types d'usage des véhicules automatisés :

- la mobilité particulière, qui représente 80 % des études ;
- la mobilité collective, qui représente 30¹² % des études ;
- la livraison de biens, uniquement abordée par trois articles.

Chacun de ces usages est le reflet de contextes géographiques et de politiques de développement distinctes. De plus, l'acceptabilité de chacun d'entre eux est basée sur des facteurs distincts, qui sont aussi le reflet de la population à qui ils s'adressent. Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

Tableau 4 : Résultats présentés selon les cas d'usage par répartition géographique

Cas d'usage et géographie	Attentes et domaine de pertinence	Résultats
Mobilité particulière (74) USA (29), Chine (15), Allemagne (12), Royaume-Uni (5), Singapour/Japon (9), reste Europe (3), Australie (1)	<i>Attentes exprimées</i> - réduction des accidents, de la congestion, des erreurs humaines, - permettre la réalisation d'autres activités pendant le voyage, - améliorer la mobilité des personnes à mobilité réduite, aux non conducteurs... <i>Scénarios</i> - aires urbaines pour les déplacements domiciles-travail - autoroutes - zones interurbaines et urbaines	<i>Acceptabilité influencée par des facteurs indirects et directs, et personnels</i> - la confiance joue un rôle direct et indirect - le bénéfice perçu joue un rôle direct plus fort sur l'acceptabilité que sur le risque perçu - le prix d'achat ainsi que les politiques d'incitation jouent un rôle positif sur l'acceptabilité - l'âge, le revenu, la taille du ménage, l'expérience d'accidents, les coûts de stationnement influencent la décision d'adoption - la réduction du stress pendant la conduite et une meilleure efficacité au travail sont des positivement l'acceptabilité - l'acceptabilité est influencée par les décisions de conduite, dont les attentes sont différentes en fonction du pays

¹² Certaines études s'intéressent à plusieurs cas d'usage.

<p>Mobilité collective (28) Covoiturage (8/15 USA) Navette (7/9 Europe)</p>	<p><i>Attentes exprimées</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - changements systémiques du système de transport urbain (modes de transport abordables et pratiques) - permettre aux villes de gérer activement les espaces de stationnement disponibles - rendre attractifs des territoires péri-urbains à ruraux en créant des liaisons <p><i>Scénarios</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - services urbains - navettes en zone péri-urbaine ou urbaine - navette de tourisme 	<p><i>L'acceptabilité est influencée par le coût/le revenu, la sécurité, l'utilité perçue et la facilité d'usage perçue</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - le coût est perçu comme le critère fondamental, incitant les usagers à changer leurs habitudes - l'intention d'adoption est influencée par l'aversion des usagers pour la congestion et les accidents de la route - l'acceptabilité de ceux réalisant des déplacements pendulaires est plus forte que les personnes appréciant conduire - les familles sont moins réceptives aux transports partagés pour des raisons de sécurité perçue - les individus aisés ainsi que ceux de la classe moyenne et inférieure sont enclins à utiliser les services de mobilité partagée - les israéliens ont une acceptabilité plus forte que les américains - la relation positive entre la facilité d'usage perçue et l'attitude est plus forte en Europe qu'en Chine ou aux États-Unis
<p>Livraison (3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - livraison du dernier kilomètre plus durable, efficace et bon marché 	<p><i>La sensibilité aux prix a la plus grande influence sur l'intention d'usage</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - l'intention d'usage est aussi influencée par les attentes de performance, la motivation d'achat, le risque perçue et les conditions facilitatrices - la sécurité sanitaire « sans contact » apportée pendant la pandémie

(2) Paradigme

Dans la revue de littérature, les paradigmes sont divisés entre les études descriptives et les études expérimentales, dont les premières représentent la majorité des publications. La plupart des études ont été conduites sur le grand public, tandis que d'autres ont ciblé des populations particulières, dont des étudiants. Le tableau suivant recense les caractéristiques des deux types de paradigmes.

Tableau 5 : Caractéristiques des deux paradigmes

Paradigme	Types de méthodes	Caractéristiques
<p><i>Études descriptives</i> <i>Reposent sur la subjectivité des répondants (le plus souvent l'imagination sans usage réel) et leurs informations</i></p>	<p>Interviews (1)</p>	<p><i>Méthodes qualitatives par excellence, permettent de faire ressortir les tendances et facteurs de l'acceptabilité</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - collecter les opinions et les commentaires des répondants de manière détaillée

sociodémographiques, dont il est difficile de comprendre les mécanismes		- les répondants peuvent partager des idées et des ressentis ainsi qu'expliquer la raison de certains ressentis
	Questionnaires	<p>Méthodes à bas coût permettant de produire des données quantitatives et qualitatives de haute qualité</p> <p>(a) collection directe par l'équipe de chercheurs : - permettant de garder le contrôle sur la qualité du questionnaire - peut être biaisé</p> <p>(b) collection via une base produite dans le cadre d'un projet de recherche ou un centre de recherche : - plus efficace - qui contient souvent un nombre plus conséquent de données - est susceptible de couvrir un plus grand nombre de facteurs</p> <p>(c) modèles théoriques, qui tendent à être plus explicables et à faire apparaître les facteurs d'influence et les mécanismes</p> <p>(d) sans modèle, sur la base de description</p>
Etudes expérimentales	Simulation	<p>Fournit un moyen alternatif « réaliste » d'explorer l'acceptabilité et les opinions sans utiliser réellement de véhicules automatisés</p> <p>- évaluations subjectives et comportements objectifs (réalité virtuelle par exemple) - permet de comparer l'étape précédent la mise en situation à une situation simulée d'expérience</p>
	Etudes terrain	<p>Meilleure validité des résultats, bien que les conditions expérimentales soient plus coûteuses et rares</p> <p>Permet de collecter des données subjectives et objectives (physiologiques et comportementales)</p> <p>- l'expérience augmente le pouvoir explicatif du modèle pour le bénéfice perçu, le risque perçu et l'acceptabilité du site d'essais - comparé à la réponse cognitive, la réponse affective joue un rôle plus critique dans les intentions comportementales et pour l'acceptabilité du site d'essais utilisant des véhicules automatisés - meilleure explicabilité des mécanismes et réduction des biais - capacité de contrôler et quantifier les impacts du test réel sur l'acceptabilité a priori</p>

(3) Modèles théoriques

Les modèles théoriques sont utilisés lors d'études descriptives réalisées par questionnaires. Parmi les modèles rencontrés dans la revue de littérature, figurent :

- Le modèle d'acceptabilité de la technologie (TAM), utilisé initialement pour révéler l'acceptabilité et l'adoption d'un système d'information basé sur la théorie de l'action raisonnée : ce modèle indique que la facilité d'usage perçue, l'utilité perçue et les attitudes envers les véhicules automatisés sont des antécédents de l'acceptabilité de la technologie. Ce modèle est particulièrement clair, concis et raisonnable bien que certains facteurs doivent être inclus, comme la confiance ou la durabilité.
- La théorie unifiée de l'acceptabilité et de l'usage de la technologie (UTAUT) : en considérant les caractéristiques individuelles, le modèle combine huit théories largement utilisées pour analyser l'acceptabilité des consommateurs et l'usage de la technologie. Le modèle est appliqué par quatre déterminants : performances attendues, influence sociale, conditions facilitatrices et durée et l'effort ; et quatre modérateurs de relations comme l'âge, le sexe, l'expérience et l'usage volontaire. Le modèle UTAUT2 intègre la notion de prix, de plaisir et d'habitudes.
- La théorie des comportements prévus (TPB), modèle largement utilisé pour révéler les changements de comportements et expliquer les modèles comportementaux. Selon le modèle TPB, l'intention comportementale est déterminée par les attitudes, par les normes subjectives, le contrôle comportemental perçue et d'autres comportements réels. Ce modèle permet en particulier de comprendre les facteurs individuels des attitudes ainsi que les facteurs liés à l'environnement des services de transport, et a démontré sa pertinence pour déterminer l'intention d'usage.
- La théorie de la diffusion de l'innovation, qui permet de modéliser le processus de diffusion des technologies émergentes dans la société. La théorie s'appuie sur le principe que la diffusion de l'innovation suit le processus de diffusion de la technologie et de certains réseaux sociaux et suppose que les caractéristiques de l'innovation déterminent la vitesse d'adoption des applications de l'innovation. En particulier, ce modèle est utilisé pour mesurer le processus d'intégration des véhicules automatisés (taux de pénétration) dans le trafic existant.

Les quatre modèles présentés ont été largement utilisés dans les études de la revue de littérature reportées dans l'article. Par ailleurs et compte tenu de la complémentarité de ces modèles, les chercheurs utilisent parfois des modèles combinés permettant de cumuler les avantages de plusieurs d'entre eux.

(4) Facteurs d'influence

Bien que les facteurs d'influence soient propres à chaque publication, découvrir ceux qui reviennent avec la fréquence la plus élevée est important.

Facteurs d'influence par cas d'usage

Dans le contexte de la mobilité particulière, les études sont largement conduites selon la perspective des conducteurs. Parmi les facteurs les plus communs figurent : la confiance, l'utilité perçue, les facteurs en lien à la technologie, la sécurité, la facilité d'usage perçue et les coûts.

Dans le contexte des transports publics, la recherche s'est intéressée particulièrement à la mobilité partagée automatisée par la navette, ce qui met en avant l'omniprésence de facteurs tels que les modèles de déplacements (pendulaires, domicile-travail, les habitudes), les coûts, les inquiétudes environnementales, la sécurité.

Dans le contexte des études liées à la livraison, les perspectives de consommation sont étudiées afin d'exprimer les attitudes. Les facteurs prépondérants sont le coût, les motivations ou plaisirs d'achat et la confiance.

Les comparaisons des différents facteurs mentionnés dans les diverses applications permettent de relever les points communs et divergences. En termes de points communs, il apparaît que les coûts reviennent dans chacun des trois usages, bien que selon différentes variantes (mobilité particulière : achat et entretien, mobilité partagée : charges de transport, livraison : services logistiques) ; la sécurité intervient dans les cas

d'usage du transport de personnes tandis que la confiance joue un rôle significatif dans le processus de décision en faveur de l'acceptation des véhicules particuliers et des services de livraison automatisés. En termes de différences, dans le cas de la mobilité particulière, les facteurs de focalisation sont portés sur les usages ; pour les transports publics, les facteurs liés à l'efficacité et à la durabilité environnementale sont majeurs ; pour la logistique, c'est plutôt la valeur de divertissement fournie par la technologie qui joue un rôle prédominant.

Facteurs d'influence globaux

Dans la mesure où des analyses par cas d'usage sont limitées par l'hétérogénéité du nombre d'articles se référant à chacun d'entre eux (peu de littérature sur la logistique et une surreprésentation de la mobilité particulière), une analyse sur l'ensemble de l'échantillon de 94 articles a été réalisée. Un total de 122 facteurs a été recensé, dont les six majeurs apparaissent ci-dessous.

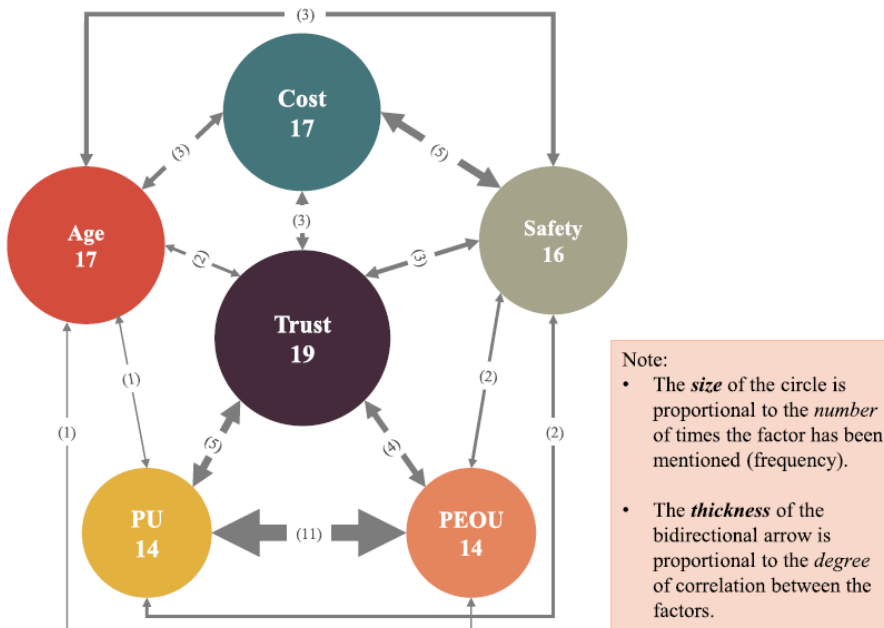


Figure 15 : Fréquences d'apparition et corrélations entre les six facteurs principaux dans la littérature. Les flèches bidirectionnelles correspondent à la fréquence à laquelle les deux facteurs sont liés. [PU : utilité perçue ; PEOU : facilité de l'usage perçue].

Le tableau ci-dessous présente les statistiques de la revue de littérature étudiée sur chacun des six facteurs.

Tableau 6 : Caractéristiques et liens entre les six facteurs déterminés par la revue de littérature

Facteurs	Caractéristiques de la base	Sources d'influence et liens entre les facteurs
Confiance (19)	- 15/78 questionnaires et 4/6 études de terrain - majoritairement dans les études de mobilité particulière (13/19)	- performances, prédictabilité et explicabilité du système - informations (mauvaise ou désinformation) transmises dans les médias
Coûts (17)	- 17/78 questionnaires	Les coûts influencent : - l'intention d'usage - rentabilité économique
Sécurité (16/78)	- 1/78 interview, 13/78 enquêtes, 1/78 simulation, 1/78 étude de terrain	- les personnes percevant la sécurité des véhicules automatisés comme supérieure à celle des véhicules conventionnels sont plus enclins à l'achat

	- majoritairement dans les études de mobilité particulière	
Age (17)	- 16/78 questionnaires et 1/78 étude de terrain	- l'attitude des plus âgés est sensible à la familiarisation dans le cas d'une étude alliant pré- et post-enquête
Utilité perçue et facilité de l'usage perçu (14+14)	- 13/78 enquêtes et 1/78 étude de terrain - majoritairement dans le contexte de la mobilité partagée (12)	- les deux facteurs sont clefs du modèle TAM, largement utilisé dans la littérature et apparaissent souvent en paire - positivement lié à l'intention d'usage et aux intentions comportementales - l'utilité perçue a une plus faible influence sur les attitudes que la facilité de l'usage perçu - expliquent jusqu'à 75 % de la variance de l'intention comportementale dans certaines études (l'utilité perçue est positivement liée au bénéfice perçu et la facilité d'usage au coût perçu)
Autres facteurs intéressants		- les personnes sans permis de conduire sont particulièrement opposées à partager un véhicule automatisé sans conducteur à bord - plus les conducteurs aiment conduire, plus ils ont des attitudes négatives - les voyageurs longue-distance sont plus enthousiastes

La figure ci-dessous présente la répartition des études faisant référence aux six facteurs retenus comme prédominants.

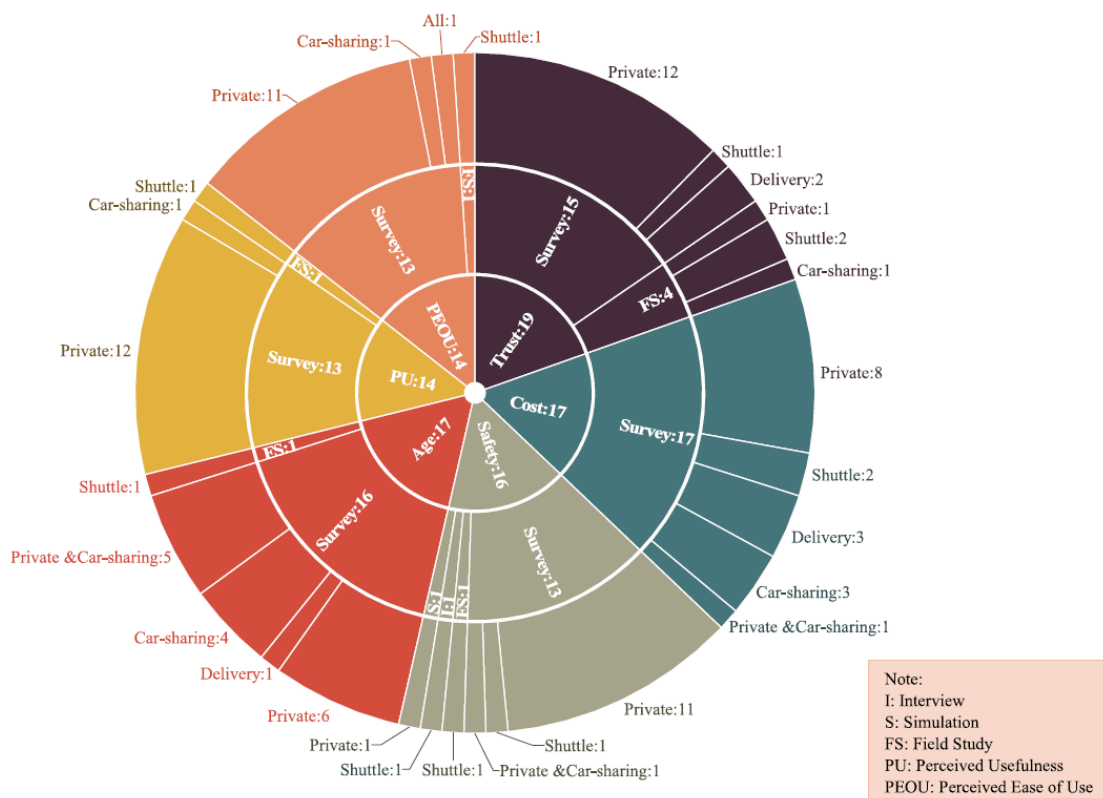


Figure 16 : Contextes et méthodologie des études faisant référence aux six facteurs.

Conclusion

En conclusion, cette étude s'est basée sur une revue de littérature de 94 articles publiés entre 2016 et 2021 sur la base d'une recherche par mots-clefs. Afin de compléter et discuter les résultats présentés ici, des études pourraient se concentrer dans le futur sur :

- une multitude de contextes divers permettant de comparer les aires géographiques et les populations ainsi favoriser les comparaisons des influences culturelles, aussi bien aux niveaux individuels que collectifs et aussi bien entre différents pays qu'au sein d'un même pays ;
- se baser sur des travaux plus réalistes (une large majorité du panel est basé sur des études descriptives sans réelle mise en situation des répondants) ; favoriser les projets et études permettant de mettre en perspective des résultats avant et après familiarisation ; favoriser la comparaison entre les attitudes court-terme et long-terme ; accentuer le choix sur des études mettant l'accent sur une conception adaptée aux répondants et à ses caractéristiques ;
- la variation des population cibles, aujourd'hui relativement ciblées chez les conducteurs mais encore peu chez les autres usagers de la route (piétons, personnes à mobilité réduite ou limitée) et en tenant compte des catégories sociodémographiques (jeunes, enfants, classes populaires) ;
- une extension des études réalisées dans d'autres domaines au véhicules automatisés dont par exemple les comparaisons avec les détenteurs de véhicules aujourd'hui et les liens entre électrification et automatisation ; en tenant compte des propriétés situationnelles dues aux cas d'application ; en considérant les études comportementales par une entrée liée à l'usage actuel et non uniquement à l'intention d'usage.

g. Who Really Wants Automated Vehicles? Determinant Factors of Acceptability Profiles in Portugal. Cunha et al. Applied Human Factors and Ergonomics International. (2023)

Cette étude se focalise sur les profils de l'acceptabilité qui émergent des différentes perceptions en analysant les facteurs déterminants de l'acceptabilité des véhicules automatisés afin d'identifier des profils types dans la population portugaise.

Méthodologie

Une enquête a été élaborée, dans le cadre du projet AUTODRIVING, auprès de 501 participants. Trois groupes d'acceptabilité ont été identifiés : les objecteurs, les ambivalents et les passionnés. Pour compléter ces résultats, cinq focus groupes ont été réalisés, impliquant à la fois des conducteurs professionnels et réguliers.

Un questionnaire a été développé pour explorer les représentations des utilisateurs portugais à propos des véhicules automatisés, en tenant compte de leurs attentes (par exemple, la possibilité d'effectuer des tâches secondaires pendant le voyage), de leurs préoccupations (par exemple, perte de contrôle, manque de fiabilité technique), de leur confiance et de la perception qu'ils ont des avantages des véhicules automatisés. Le questionnaire contient soixante-douze éléments, dont des éléments font référence :

- aux caractéristiques sociodémographiques (sexe, âge, éducation, statut d'emploi, revenu, localisation) ;
- au statut de conducteur (conducteur régulier, conducteur professionnel ou non-conducteur) et aux caractéristiques de conduite (propriété d'une voiture, fréquence de conduite, raison la plus fréquente d'utiliser la voiture) ;
- aux connaissances sur les véhicules automatisés, ainsi qu'aux avantages et préoccupations perçus à leur endroit.

Il a été choisi de concentrer les items du questionnaire sur les véhicules totalement automatisés, dans la mesure où ce niveau est susceptible d'induire la plus grande reconfiguration du système de mobilité.

Pour cette étude, l'acceptabilité a été évaluée à travers quatre items :

- à l'avenir, j'envisage d'utiliser un véhicule totalement automatisé ;

- à l'avenir, si j'avais le choix entre un véhicule totalement automatisé ou un véhicule non automatisé, j'opterais pour le premier ;
- à l'avenir, je pense qu'il sera confortable pour moi que ma famille utilise un véhicule totalement automatisé ;
- à l'avenir, j'envisage d'utiliser un bus automatisé.

Un échantillon de 501 participants vivant au Portugal et paritaire (50,7 % d'hommes ; 49,3 % de femmes) a répondu à l'enquête en ligne.

Résultats

Trois groupes ont été identifiés en fonction des intentions des répondants d'utiliser un véhicule automatisé, des préférences par rapport au véhicule conventionnel, du degré de confiance de confier la sécurité d'un membre de la famille à un véhicule automatisé et des intentions d'utiliser un bus automatisé. Ces trois groupes sont les objecteurs, les ambivalents et les passionnés.

Tous les groupes identifiés considèrent les véhicules automatisés comme un concept attrayant, et ce même au sein du groupe « ambivalent » qui déclare préférer les véhicules conventionnels. Enfin, l'une des principales caractéristiques distinctives entre les deux groupes extrêmes (objecteurs et enthousiastes) est liée aux préoccupations et aux avantages perçus concernant les véhicules automatisés, principalement en termes de sécurité perçue.

Les résultats de l'enquête AUTODRIVING ont été complétés par cinq groupes de discussion, avec 38 participants : 7 chauffeurs professionnels (chauffeurs de taxi ; moniteurs d'auto-école) et 31 chauffeurs réguliers. Les conducteurs professionnels expriment des inquiétudes concernant :

- la perte de plaisir de conduire, diminuant avec l'augmentation du niveau d'automatisation ;
- le statut du conducteur (passant d'actif à passif, puis à passager lambda dans les plus hauts niveaux d'automatisation) ;
- la perte de capacité à effectuer certaines tâches de conduite (diminution de la charge de conduite) ;
- les pertes d'emplois parmi les chauffeurs professionnels (en particulier de la disparition progressive des auto-écoles, des chauffeurs avec l'automatisation).

Précisément, les groupes de discussion ont permis de mettre en avant l'expérience des participants en tant que conducteurs (conducteurs professionnels et non professionnels), en contextualisant leurs attentes et leurs préoccupations concernant les véhicules automatisés par rapport à l'expérience actuelle de conduite.

Dans cette optique, au lieu de chercher à changer les perceptions à l'égard des véhicules automatisés, les auteurs avancent que l'identification des niveaux d'acceptabilité devrait chercher à aider à la conception de la technologie, qui sera ensuite évaluée sur le plan pratique. Il s'agit d'une voie méthodologique intentionnelle, cohérente avec la perspective de créer les conditions nécessaires au maintien d'une acceptabilité fondée sur la pratique.

h. Acceptance of Autonomous Vehicles in Turkey. Himmetoglu et al. Proceedings of 26th International Scientific Conference. Transport Means. (2022)

Cet article dresse un état des lieux de l'acceptabilité des véhicules automatisés en Turquie sur la base d'une enquête en ligne globale. Cette enquête a pour objectif d'évaluer l'acceptabilité en tenant compte des différents types d'usagers de la population turque.

Méthodologie

Un total de 95 hommes et 55 femmes a été interrogé dans les tranches d'âges suivantes : les jeunes (18-24 ans), les personnes de la tranche médiane (25-45 ans) et les personnes plus âgées (+ 46 ans). Les participants ont été regroupés en trois groupes selon leurs comportements de conduite : les conducteurs agressifs, les passifs et ceux sans permis de conduire. Le regroupement choisi a pour objectif de mesurer les impacts des comportements sur les attitudes et les réponses aux questions. En particulier, les participants ont été interrogés sur leur tendance à ne pas respecter le code de la route afin de construire les trois catégories (réponses données au cours de quelques questions).

Tableau 7 : Répartition des répondants dans les trois catégories comportementales construites : les agressifs, les passifs et les non détenteurs du permis de conduire.

	Hommes			Femmes		
	18-24	25-45	+46	18-24	25-45	+46
Conducteurs agressifs	14	19	4	9	4	0
Conducteurs passifs	19	23	11	12	16	2
Ne disposant pas du permis de conduire	5			12		

Les participants ont ensuite été soumis à dix-huit questions. Les questions ont été intercalées avec des paragraphes introductifs leur permettant de disposer des éléments nécessaires pour s'assurer qu'ils répondent en bonne connaissance.

Résultats

Les questions posées ainsi que les réponses associées sont regroupées pour des soucis de synthèse, les questions ont été regroupées en thématiques¹³. Les résultats sont globalement présentés par genre et selon les tranches d'âge.

Deux questions ont été orientées sur les aspects de marché et d'assurance à l'achat d'un véhicule automatisé. Il ressort d'une part que les participants se montrent globalement (64 %) intéressés d'acheter un véhicule automatisé en raison des consommations réduites de carburant, ce constat étant plus présent chez les hommes et les personnes plus âgées. En termes des coûts d'assurance, 79 % des répondants pensent que les coûts liés à l'assurance ne seront pas une inquiétude des conducteurs et 90 % des conducteurs passifs hommes pensent que lorsqu'un accident surviendra, le constructeur du véhicule automatisé sera en charge de payer. De plus, 76 % des conducteurs agressifs pensent que les conducteurs n'ayant pas d'effet sur le système, leur responsabilité ne sera pas engagée en cas de problème.

En termes de sécurité, 51 % des participants pensent que les aspects liés à la fois à la sécurité des usagers, mais aussi à la cyber sécurité et à la propriété des données soulèvent des inquiétudes. A l'inverse, 50 % des répondants n'y songent pas encore en raison des préoccupations récentes que ces sujets occupent. De plus, les résultats montrent que les jeunes ont plus d'information et se préoccupent davantage de ces questions. En outre, 64 % des participants sont d'accord avec le fait que les accidents sont dus à l'erreur humaine, indépendamment de leur âge, de leur genre ou de leurs comportements de conducteurs ; près de 85 % pensent même que les accidents graves causés par des véhicules automatisés seront moins nombreux. Enfin, près de 80 % des conducteurs déclarent préférer un véhicule automatisé sur lequel ils sont capables de reprendre la main s'ils le souhaitent. A ce titre, 74 % des répondants disent préférer des véhicules équipés de systèmes d'aide à la conduite dans lesquels ils restent le conducteur plutôt que des véhicules totalement automatisés.

En termes de performances, près de 85 % des répondants pensent que les véhicules automatisés auront de meilleures performances que les véhicules conventionnels en cas de mauvaises conditions météorologiques, ceci traduisant une confiance générale envers les performances des véhicules automatisés.

En termes de confort, les répondants ont dû choisir la configuration à l'intérieur du véhicule qu'ils seraient susceptibles de préférer. Les résultats montrent que les participants sont ouverts à des configurations plus innovantes. La configuration privilégiée par les répondants est la position 4 (44 %) tandis que la configuration conventionnelle de la position 3 n'a reçu que 20 % des réponses. Pour cette question, les comportements passifs ou agressifs n'ont pas eu d'impact significatif (au global) sur les réponses. Compte tenu du fait que les véhicules permettent plus de liberté en termes de réglages des sièges (pivotement, couchage), les répondants se montrent relativement inquiets sur la répercussion de ces libertés sur les blessures en cas d'accidents. De plus, les participants se montrent sceptiques sur les avantages de tels paramètres.

¹³ Ce regroupement est le fruit de la synthèse proposée par la DGITM et non celle proposée par les auteurs. L'article ne contient pas de groupement ni de classification.

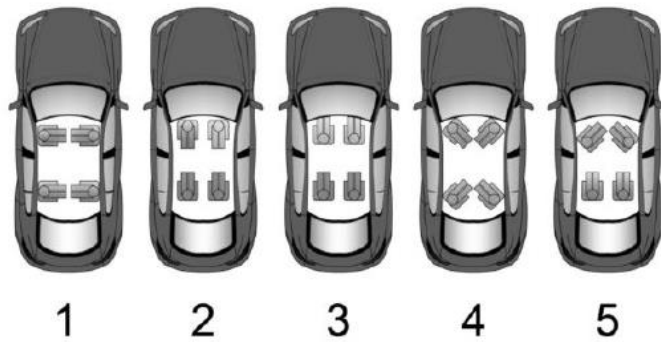


Figure 17 : Cinq configurations du véhicules proposées aux répondants

Sur la question des cas d'usage, près de 60 % pensent que l'automatisation des véhicules de fret et logistique, des grues, est sûre ; par ailleurs une large majorité pense que les réflexes humains sont inégalés par la technologie, ce qui confère à certains des doutes sur les capacités de l'automatisation des grues et véhicules de fret.

En termes de comportements et d'intégration des véhicules automatisés dans le trafic, 65 % des répondants pensent que les véhicules automatisés risquent d'être « harcelés » par des véhicules conventionnels (et leur conducteur humain). De plus, les répondants pensent que l'automatisation des véhicules conduira à une réduction des vitesses en raison des véhicules conventionnels persistant dans le trafic. Près de 70 % pensent d'ailleurs que les bénéfices en termes de sécurité seraient meilleurs si les véhicules automatisés circulaient sur des voies dédiées.

La question de l'usage sûr de véhicules automatisés non supervisés et non accompagnés de certaines catégories de la population ne pouvant pas conduire comme les enfants, les personnes âgées ou les personnes alcoolisées admet des avis partagés (47 % des femmes contre 68 % des hommes pensent que ce n'est pas sûr). Les réponses des personnes plus âgées ont été observées particulièrement. Globalement, les conducteurs hommes passifs pensent que ce n'est pas sûr tandis que les conducteurs hommes agressifs pensent que c'est sûr. Pour ce qui est des femmes, les avis sont partagés à 50/50.

Les répondants se sont montrés favorables à 82 % à l'expérimentation pour augmenter leur confiance des systèmes, y compris les personnes ne disposant pas d'un permis de conduire. Globalement, les personnes agressives au volant se montrent plus désireux de tester la technologie pour être plus confiants. Près de 90 % des répondants pensent qu'un accès à un simulateur permettrait de développer la confiance. Les résultats montrent de plus que les usagers se montrent plus désireux de tester la technologie dans un simulateur que dans un taxi automatisé.

Enfin, la question de la formation a été posée et les résultats sont significativement différents selon le genre : 84 % des femmes se disent favorables à passer un nouveau permis de conduire ou une formation complémentaire pour la conduite d'un véhicule automatisé contre seulement 65 % des hommes. Les jeunes se déclarent globalement plus favorables et 75 % des hommes agressifs au volant se montrent plus réticents.

Conclusion

Cette étude a eu pour objectif de mesurer l'acceptabilité de la société turque de la technologie des véhicules automatisés. Les résultats cherchent à quantifier la confiance des usagers et d'établir des liens entre les comportements des conducteurs.

Globalement, les répondants se montrent plus enclins aux systèmes d'aide à la conduite dans lesquels ils gardent le contrôle du véhicule ou la possibilité de reprendre la main à tout instant, notamment en raison de la plus large part de ces systèmes sur le marché.

Par ailleurs, les répondants pensent majoritairement que les véhicules automatisés seront de meilleurs « conducteurs » que l'humain et qu'ils ont la possibilité d'améliorer la sécurité routière en réduisant les erreurs humaines et le nombre d'accidents graves.

Les avis sont partagés en ce qui concerne la capacité des véhicules automatisés de véhiculer des populations vulnérables et à mobilité réduite. Les comportements de conduite se sont montrés significatifs sur cet aspect : les conducteurs agressifs se montrant moins réticents.

En termes de gain de confiance par l'usage, les résultats mettent en avant un avis global favorable pour l'expérimentation ou la conduite en simulateur, avec une préférence pour le dernier. Les caractéristiques comportementales ont également révélé des distinctions significatives, les personnes agressives au volant se montrant plus favorables à la familiarisation pour augmenter leur confiance.

En ce qui concerne les distinctions de genre que l'article a souhaité mettre en avant, aucune distinction significative n'a été observée au global. En revanche, les personnes agressives au volant se sont montrées plus désireuses d'apprendre sur la technologie par rapport aux personnes aux comportements passifs, bien que les premiers apprécient leur propre conduite.

i. **The Effect of Acceptability and Personality on the Intention to Use Automated Vehicles among Chinese Samples.** Qu et al. *Journal of Advanced Transportation*. (2021)

Cet article s'intéresse à l'acceptabilité de la population chinoise et en particulier de l'intention d'usage, à travers les deux objectifs suivants :

- étudier l'acceptabilité des véhicules automatisés à travers un panel de conducteurs chinois ;
- étudier les relations entre les personnalités, l'acceptabilité et l'intention d'usage.

Methodologie

Tous les participants ont été recrutés via une société d'enquête en ligne, à travers les critères suivants : (1) la possession d'un permis de conduire valide ; (2) avoir eu de véritables expériences de conduite ; et (3) avoir entendu parler des véhicules automatisés avant cette enquête.

Les questionnaires ont été divisés en trois sujets principaux. La première partie a été orientée sur l'acceptabilité, la deuxième partie a étudié l'intention d'usage des participants dans différents cas d'usage, et la troisième partie a recensé les informations personnelles ainsi que les caractéristiques sociodémographiques des répondants.

Un total de 527 questionnaires valides provenant de 368 hommes et 159 femmes a été collecté. L'âge des participants s'étalait de 20 à 59 ans et leur expérience de conduite variait de 1 à 26 ans.

La première partie du questionnaire est une échelle d'acceptabilité des véhicules automatisés pour évaluer l'acceptabilité des véhicules automatisés. Les répondants sont invités à indiquer leur niveau d'adéquation avec les différentes assertions qui leur sont proposées selon une échelle de Likert en sept points (croissante positive)

La deuxième partie du questionnaire a été conçue pour mesurer l'intention d'utiliser la conduite automatisée, et a été mesurée à travers les items suivants : la conduite, la possession et la location d'un véhicule automatisé, sur une échelle de Likert en six points.

La troisième partie du questionnaire a intégré les traits de personnalité des participants et leurs informations personnelles. La personnalité a été mesurée à l'aide de la version chinoise du Big Five Inventory (BFI) ; il comprend 44 items et est utilisé pour mesurer le modèle de personnalité Big Five. L'échelle comprend les facteurs suivants : extraversion (8 éléments, être énergique ou sociable) ; agrément (9 éléments, être amical ou serviable) ; conscience (9 éléments, être fiable) ; névrosisme (8 éléments, être anxieux ou irritable) ; et ouverture (10 éléments, être curieux et rechercher de nouvelles expériences). Il a été demandé aux participants d'indiquer dans quelle mesure les éléments les décrivaient en utilisant une échelle de Likert en cinq points.

Les participants ont également été invités à fournir des informations communes sur leurs variables sociodémographiques, telles que l'âge, le sexe, le niveau d'éducation et le nombre d'années après l'obtention du permis de conduire. En outre, il a été demandé aux participants dans quelle mesure ils connaissaient les véhicules automatisés sur une échelle allant de 1 - complètement inconnu à 7 - complètement familier.

Résultats

La plupart des participants a considéré le système de conduite automatisé comme sûr. 36,1 % des personnes interrogées ont indiqué qu'elles choisiraient d'utiliser un système de conduite automatisé si elles n'étaient pas en état de conduire pour des raisons d'ivresse et 36,2 % des personnes interrogées ont indiqué qu'elles choisiraient d'utiliser un système de conduite automatisé si elles prenaient des médicaments qui affectaient leur capacité à conduire.

Les résultats ont indiqué que l'acceptabilité contextuelle était positivement corrélée à l'esprit d'ouverture au monde extérieur et négativement corrélée à l'anxiété. De plus, l'acceptabilité contextuelle et la conduite avec des facultés affaiblies sont des déterminants importants de l'acceptation des véhicules automatisés par les utilisateurs chinois potentiels. Les résultats révèlent également une attitude globalement positive à l'égard des véhicules automatisés parmi le public chinois.

L'intérêt pour la conduite avec facultés affaiblies module partiellement l'effet du plaisir sur la volonté de conduire et de posséder un véhicule automatisé et entièrement l'effet sur la volonté de louer un véhicule automatisé, tandis que l'acceptabilité contextuelle module entièrement l'effet de l'ouverture d'esprit sur la volonté de conduire, de posséder et de louer un véhicule automatisé.

En outre, les deux facteurs (acceptabilité contextuelle et conduite avec facultés affaiblies) de l'échelle ont été évalués comme adaptés aux conducteurs chinois. L'acceptabilité contextuelle implique des conditions favorables qui amèneraient les conducteurs à accepter la conduite automatisée ; par exemple, si les conducteurs s'ennuient ou s'ils sont accompagnés de passagers pendant la conduite, plus de la moitié des participants utiliseraient un système de conduite automatisé au lieu de la conduite manuelle.

Cependant, concernant les répondants qui se sont montrés intéressés par l'utilisation d'un système de conduite automatisé, par exemple lorsqu'ils sont ivres ou fatigués, ils pourraient constituer un risque potentiel de mauvaise utilisation des véhicules automatisés, en particulier lorsqu'il s'agit de niveaux d'automatisation faibles.

Conclusion

Les résultats, au regard de la revue de littérature établie, mettent en avant la vigilance nécessaire en amont de l'usage de systèmes de conduite automatisés par les usagers afin de prévenir les mésusages. L'utilisation de ces véhicules doit être prévue en considérant les performances du système et en particulier le niveau d'automatisation.

La partie suivante s'intéresse aux modélisations des facteurs explicatifs de l'acceptabilité des usagers à travers des analyses plus théoriques et statistiques.

4. Facteurs de l'acceptabilité (confiance, sécurité perçue)

- j. Public Acceptance towards emerging Autonomous Vehicle Technology: A Bibliometric Research. Ho et al. Sustainability. (2022)

Cet article se base sur une recherche bibliographique afin de comprendre la distribution, la tendance émergente et les thématiques de recherche en lien avec l'acceptabilité des véhicules automatisés à travers une cartographie des connaissances.

Intégrée dans la rubrique des facteurs de l'acceptabilité, cet article s'inscrit comme introduction possible de ce paragraphe dans la mesure où l'essentiel des études auxquelles il fait référence s'intéresse aux attitudes, à la confiance, à la technologie, aux impact et aux modèles.

Approche et objectifs

L'approche sur laquelle se basent les auteurs est appelée « bibliométrie », et utilisée fréquemment comme synonyme de « scientométrie » c'est-à-dire que l'approche se base sur une approche quantitative. Dans la mesure où l'utilisation d'approches dites bibliométriques dans la revue de la littérature est encore peu commune, trois objectifs ont été définis dans le cadre de cette étude :

- comparer la nature des distributions en termes d'auteurs et d'aires géographiques entre les pays dans le contexte des véhicules automatisés ;
- identifier les tendances globales émergentes et les thématiques au cœur de la recherche en lien avec l'acceptabilité de la technologie ;
- proposer des directions de recherche qui pourraient ouvrir de nouvelles portes pour les recherches futures.

Méthodologie

Une recherche des articles indexés dans le Web of Science (WOS), qui couvre les publications référencées dans les journaux principaux dans le monde, a été réalisée. La base WOS est considérée comme la plus complète, la plus fiable au monde. La période d'étude s'étend de 2000 à juin 2022. Les termes utilisés pour réaliser la recherche ont été les suivants : "adoption" ou "adopt" ou "acceptance" ou "intention to use" et "driverless" ou "autonomous" ou "automated" ou "self-driving". La recherche initiale a permis de mettre en avant plus de 10000 articles.

Le paquet d'articles a ensuite été analysé manuellement selon les titres et les abstracts à partir d'un ensemble de critères de sélection permettant d'exclure les textes faisant référence à des encyclopédies, des notes, des thèses et des livres ou chapitres. A la suite de cette sélection restreinte, 401 articles ont été inclus à la base.

Une distribution temporelle des études met en évidence que la quantité de publications a commencé à augmenter fortement à partir de 2015, avec le nombre le plus important d'articles en 2019 (110). Cette observation est cohérente avec la multiplication des tests et expérimentations réalisés par les constructeurs automobiles et les projets de grande ampleur dont aux Etats-Unis par Google notamment.

Au niveau des pays représentés dans cette revue de littérature et de la répartition géographique, les travaux ont été menés par des auteurs de 53 pays différents. Les Etats-Unis forment le plus gros contributeur avec 116 publications, suivis par l'Allemagne avec 82 références et enfin la Chine avec 62 articles. L'analyse a montré une forte corrélation entre les publications recensées et la place du pays en termes de développement des véhicules automatisés.

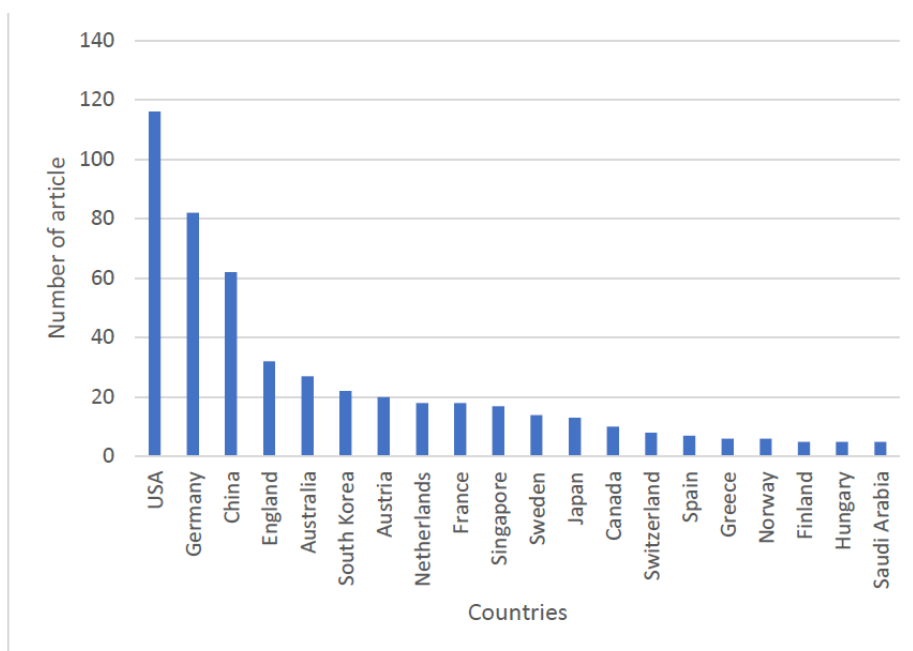


Figure 18 : Distribution de la base d'articles selon la provenance des auteurs

Les 401 articles ont été publiés dans 180 sources, et en particulier 11 % l'ont été dans le journal *Transportation Research Part F – Traffic Psychology and Behavior*, ce qui met en avant que la majeure partie des études a consisté à mesurer et évaluer les comportements du public sur l'acceptabilité et l'adoption des technologies émergentes sur les véhicules automatisés. D'autres sources importantes de publication sont le *Transportation Research Part C* (6 %), le *Transportation Part A* (5 %) et *Sustainability* (5%).

L'analyse s'intéresse également aux citations et aux auteurs les plus actifs dans le domaine de l'acceptabilité autour des véhicules automatisés. De plus, les publications faisant référence à un nombre important d'autres publications ont été mises en avant.

Résultats des tendances au cœur de la recherche

A partir de l'analyse des liens entre les publications, c'est-à-dire à partir de l'analyse des co-citations deux à deux, le groupement d'articles a été classifié en quatre clusters, permettant de mettre en lumière quatre tendances, résumées autour de quatre travaux de recherche prédominants :

- (1) l'étude de l'opinion public de la conduite automatisée, évaluant les opinions publiques autour de l'intérêt pour les nouvelles technologies des véhicules ;
- (2) étude de l'importance de la confiance dans l'adoption de véhicules automatisés ;
- (3) étude des intentions d'usage et d'acceptabilité des consommateurs à propos des véhicules automatisés ;
- (4) ce qui influence la décision d'usage des transports publics automatisés.

Le cluster 1 regroupe le plus important nombre de références tandis que le cluster 3 contient les travaux les plus récents entre 2017 et 2019. Le cluster 4 s'intéresse au lien entre véhicule automatisé et son intégration aux transports publics, ce qui montre que l'usage s'inscrit dans les travaux de recherche au même titre que les travaux précédents sur les composantes de l'acceptabilité de la technologie.

En termes de collaborations internationales, l'analyse s'est intéressée à répertorier les réseaux de collaboration les plus larges dont le plus vaste se trouve aux Etats-Unis. Un total de 20 pays a été identifié. Le fort niveau de collaboration entre ces pays s'explique en particulier par les sites d'expérimentations de véhicules automatisés plus conséquents.

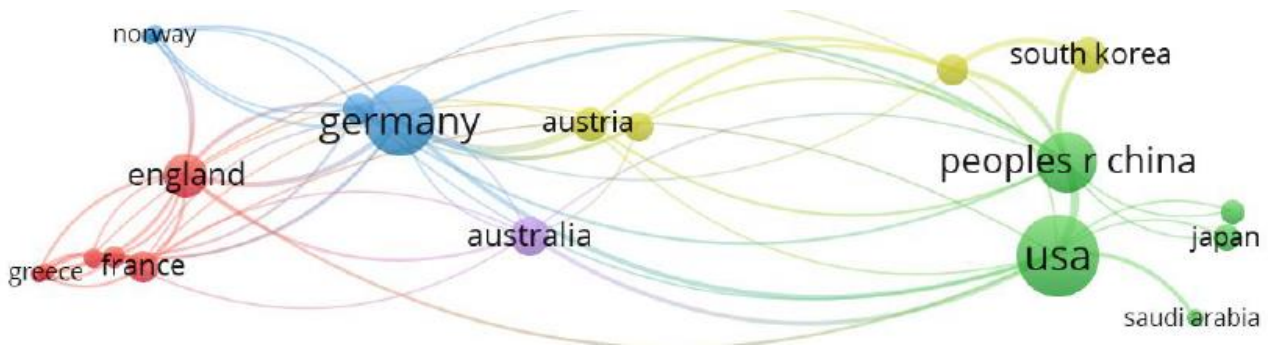


Figure 19 : Cartographie bibliométrique des collaborations entre pays

Une méthode de clusterisation a également été utilisée afin de regrouper les publications en thématiques de recherche. Un total de cinq clusters a été construit, regroupant un ensemble d'objets faisant références à la même thématique. Les clusters forment une partition de l'ensemble de l'espace, c'est-à-dire qu'ils sont disjoints et aucune thématique ne recoupe une autre. Les clusters ont été construits autour des mots-clés suivants : "attitudes", "trust", "technology", "impact" et "model".

La littérature contient une majorité de références aux attitudes, c'est le terme qui revient le plus. Il est distingué de la confiance, qui contrairement à une évaluation des prédispositions générales des comportements d'un usager envers un objet ou une technologie, caractérise un jugement ou une croyance à propos de la fiabilité d'une technologie ou d'un objet. Quoiqu'il en soit, ces deux notions affectent l'acceptabilité des véhicules automatisés.

Les analyses montrent que les attitudes varient en fonction du genre, de l'âge, du pays, de la religion, du niveau d'éducation, des traits de la personnalité et de la culture des individus.

En ce qui concerne la confiance, de nombreuses études basent leurs analyses sur le lien de dépendance entre confiance et acceptabilité et en particulier cherchent à expliquer l'acceptabilité par la confiance des usagers. Les résultats montrent que la confiance déclarée augmente lorsque les usagers ont testé la technologie. De plus, la confiance se présente comme un prédicteur positif significatif des futures intentions d'usage des véhicules automatisés. Par ailleurs, les usagers qui ont expérimenté un dysfonctionnement du système lors d'un test en conditions contrôlées ont tendance à voir leur acceptabilité diminuer.

Sur les aspects autour des impacts, la littérature tend à se porter autant sur les aspects environnementaux, sociétaux et économiques. Les prédictions sur l'amélioration des performances, la réduction de la congestion ou de l'accidentalité et des émissions et la possibilité de la technologie automatisée d'offrir des perspectives de mobilité pour tous sont étudiées en majorité dans les études. Par ailleurs, les aspects liés à la sécurité font l'objet d'une importante part des études, ceci confortant l'idée que la sécurité demeure une des préoccupations majeures des usagers.

Une analyse sur le développement des études autour des mots-clés est également présentée dans le document. La cartographie présente ainsi une classification chronologique des publications, une couleur plus claire étant liée à des recherches plus récentes que les couleurs sombres. Les résultats mettent en avant que la recherche est caractérisée et orientée par les avancées technologiques au cours du temps, et en particulier par les expérimentations ou les premières commerciales.

Figure 20 : Cartographie bibliométrique des mots-clés apparaissant dans la revue de littérature

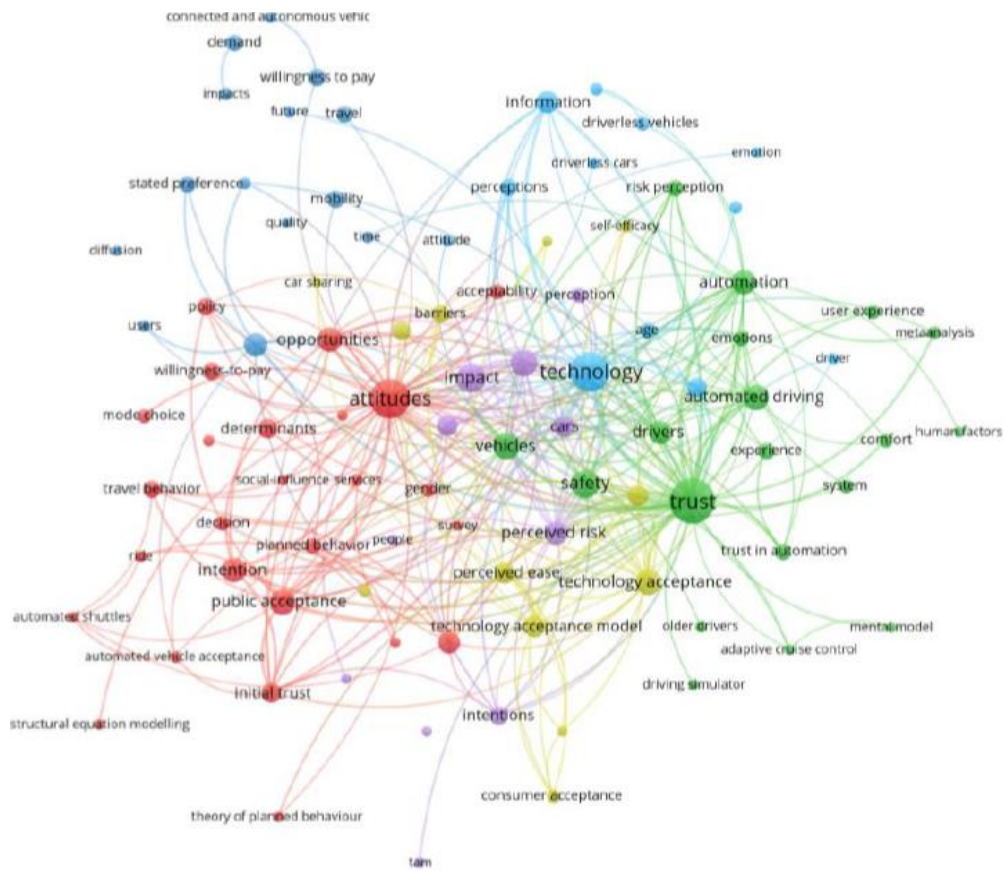
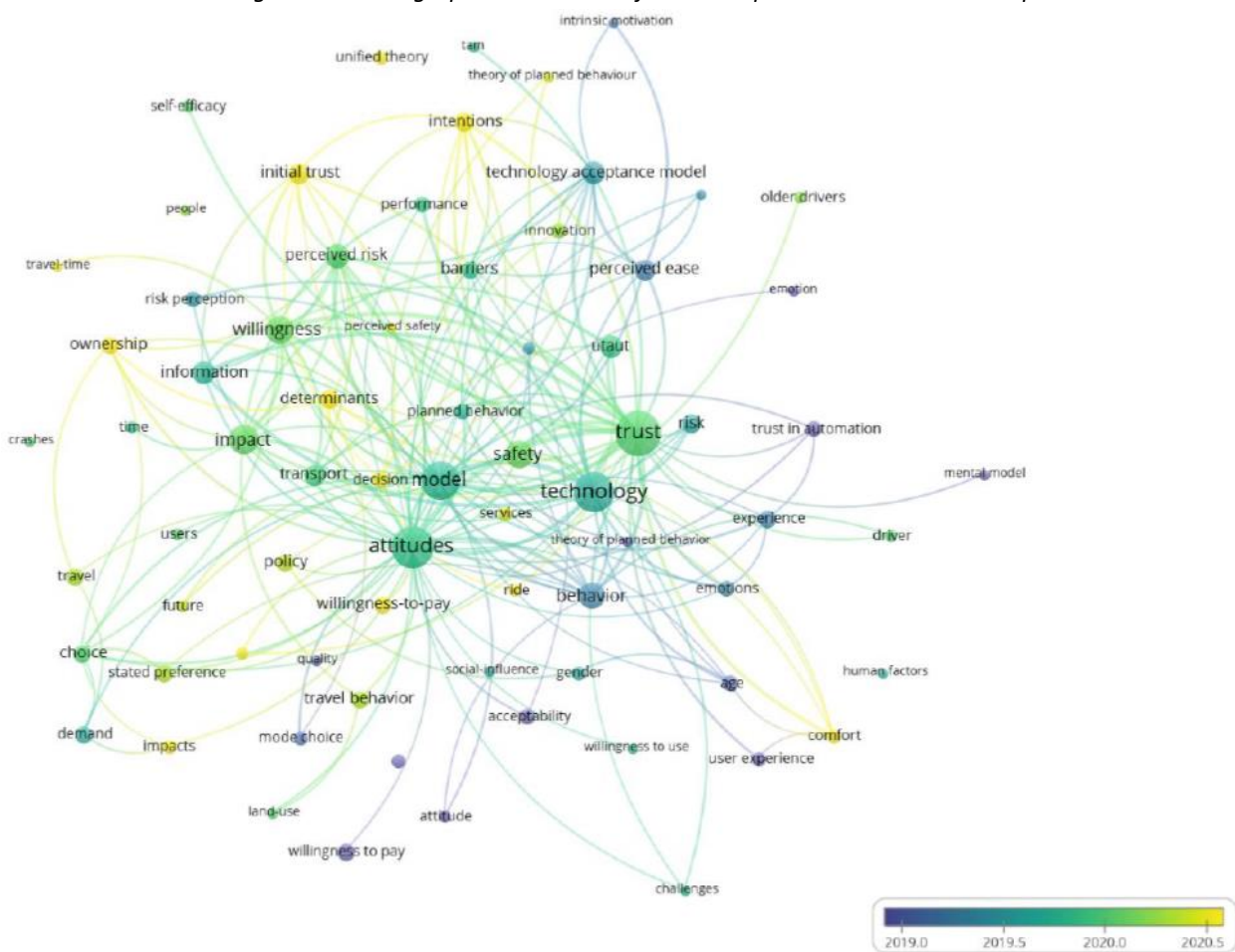


Figure 21 : Cartographie des mots-clés de l'acceptabilité au cours du temps



Conclusion et perspectives

Au regard des travaux récents sur l'acceptabilité de la mobilité routière automatisée qui s'orientent vers l'usage des individus au regard d'une mise en situation possible dans des expérimentations plus réalistes impliquant la technologie, cet article met en lumière la bascule des travaux de recherche d'analyses comportementales imaginaires et potentielles vers des perspectives plus concrètes d'un déploiement. De plus, les résultats montrent que les travaux, a priori orientés sur les facteurs de l'acceptabilité, s'orientent aujourd'hui vers l'implémentation possible des véhicules automatisés dans le système de transport, en particulier public.

A ce titre, cette revue de littérature est une bonne entrée en matière pour présenter les travaux récents moins nombreux sur les facteurs de l'acceptabilité, et introduire la littérature plus spécifique qui caractérise les tendances de recherche aujourd'hui.

k. User trust here and now but not necessarily there and then – A Design Perspective on Appropriate Trust in Automated Vehicles (AVs). Ekman. (2023)

Le travail de thèse présenté dans cette section a été réalisé en partenariat avec Volvo par un étudiant suédois. La question de recherche sous-jacente est d'explorer en quoi les facteurs de la confiance et les aspects contextuels affectent la confiance de l'utilisateur lui-même en ce qui concerne les différents niveaux d'automatisation, dans leur domaine d'emploi respectif et de comprendre, dans une perspective de conception, comment aider les développeurs et les chercheurs à forger une confiance appropriée des usagers en réduisant les mésusages ou l'absence d'usage.

L'approche de recherche développée dans la thèse se base sur des méthodes mixtes, associant à la fois des approches basées sur des questions et des mesures objectives des comportements, de sorte à baser l'analyse sur différents types de données.

En ce sens, le travail de thèse ouvre sur les aspects de conception des interfaces homme-machine et de l'appropriation des véhicules automatisés et en particulier des véhicules équipés de systèmes d'aide à la conduite par les usagers. Ces aspects font l'objet d'une note bibliographique particulière en complément de celle-ci.

Méthodologie

La recherche se base sur quatre études réalisées en collaboration avec d'autres acteurs entre 2017 et 2021.

Etude I

La première étude faisait partie d'un projet suédois (HaTRIC), réalisé en partenariat avec Volvo Car Corporation, l'Institut national de recherche des transports et des routes suédois et de l'Université de technologie Chalmers, dont l'objectif était d'identifier les caractéristiques des véhicules pouvant affecter la confiance des usagers, leur compréhension ainsi que l'expérience générale des véhicules automatisés. En particulier, cette étude cherchait à décrire les effets des comportements de conduite des véhicules automatisés sur la confiance des usagers et la compréhension que ceux-ci avaient des véhicules automatisés.

L'étude a été réalisée en environnement contrôlé, incluant des situations de trafic en simulation, dans lesquelles les paramètres indépendants étaient contrôlés et impliquant des groupes de participants distribués selon le genre et l'âge.

Afin de tester en environnement contrôlé (fermé) une technologie d'automatisation totale du véhicule, l'approche du magicien d'Oz (WoZ) a été utilisée. Celle-ci consiste à faire croire aux participants que le véhicule est réellement en totale autonomie, alors que celui-ci est en réalité conduit par un conducteur humain. Cette approche est généralement utilisée afin de rendre la technologie crédible et réaliste d'un point de vue de la perception des usagers. Dans le cadre de l'étude, le conducteur double était assis à l'arrière de la voiture et dissimulé, simulant deux comportements de conduite différents : un conducteur agressif et un défensif.

Un total de 18 participants âgés entre 20 et 55 ans ont expérimenté le véhicule en environnement contrôlé et ont réalisé deux courses, chacun correspondant à un style de conduite différent. Le trajet était constitué de sept situations de trafic réalistes.

Etude II

La deuxième étude faisait partie du projet *Carbon Neutral Urban Logistics*, impliquant un ensemble de partenaires industriels et académiques, dont l'objectif était de développer un système de livraison automatisée afin de mieux comprendre les impacts environnementaux de la logistique urbaine et ses implications sur la société et l'infrastructure en ce qui concerne la bascule à des solutions automatisées en termes de confiance.

L'étude a été réalisée au sein du personnel d'une entreprise de logistique, formé et non distribué selon le genre et l'âge, en environnement fermé sur le site d'un campus universitaire. Les véhicules automatisés utilisés sous la forme de robots de livraison sont considérés comme totalement automatisés par les participants ; en réalité partiellement automatisés et contrôlés à distance en cas de besoin par un opérateur. Dans ce cas encore, l'approche du magicien d'Oz a été utilisée.

Etudes III et IV

Les troisième et quatrième études ont été réalisées dans le cadre d'un projet national (KRABAT) dont la mission globale était de pousser le développement à travers un basculement du système de transport suédois vers l'usage de véhicules automatisés, partagés et électriques. L'évaluation de la compréhension des usagers, de leur expérience et de leur confiance a été réalisée à travers l'analyse de l'acceptabilité des conducteurs de bus d'un système d'arrêt automatisé au niveau des arrêts de bus (étude 3) et l'acceptabilité des usagers des transports en commun dans le cas d'un système de bus automatisé (étude 4).

Les deux études ont été réalisées en environnement contrôlé. La troisième étude, réalisée sur les chauffeurs de bus, a impliqué un véhicule partiellement automatisé capable de s'accoster aux arrêts de bus de façon automatisée dans le trafic réel d'une zone industrielle. La quatrième étude, réalisée sur des participants de groupes prédéterminés du grand public distribués selon le genre, l'âge et la situation géographique, a impliqué un véhicule partiellement automatisé en environnement contrôlé incluant des situations de trafic courantes. Dans cette dernière étude, la technologie a été perçue par les usagers comme de l'automatisation totale en raison de l'adaptation de l'infrastructure et des agents extérieurs au bus automatisé.

Collection des données

Les méthodes de collection des données ont été multiples afin de limiter les biais d'une typologie de données et de pouvoir tirer un maximum d'informations des expérimentations.

D'abord, deux types de questionnaires ont été développés. Le premier est un questionnaire de confiance ayant pour objectif de quantifier la confiance des répondants envers la technologie. Le second questionnaire est un questionnaire basé sur les éléments contextuels pouvant affecter la confiance des répondants, notamment vis-à-vis du domaine opérationnel dans lequel évolue le véhicule automatisé.

Deux autres méthodes ont aussi visé à collecter des données momentanées de la confiance des répondants soit par des échanges verbaux permis soit directement après une situation de trafic précise, soit en continu selon un protocole spécial. Cette méthode a été déployée uniquement dans le cas de l'étude I.

Pour l'objet de l'analyse globale de la confiance, une méthode de courbe de confiance a été construite. Il s'agit de mesurer la confiance des usagers au cours du temps et d'évaluer les changements au fur et à mesure des mises en situation.

De plus, au cours des études ont été déployés des entretiens semi-structurés afin de comprendre non seulement les facteurs affectant la confiance des usagers mais également comment ces facteurs affectent la confiance, ainsi les aspects contextuels affectant cette confiance et la manière dont ceux-ci interviennent. En outre, ces entretiens ont l'objectifs de percevoir s'il existe des différences entre la confiance des véhicules automatisés et celle du domaine opérationnel et pourquoi ces différences existent.

Enfin, une mesure comportementale a été évaluée dans le cas de l'étude III lors des interactions des conducteurs avec le système pour son activation et en cours d'activation (système d'aide à la conduite à l'approche d'un arrêt de bus). Les données ont été collectées en observant les enregistrements vidéos.

Les données collectées ont été analysées à la fois seules dans le cadre des objectifs de chacune des quatre études puis de manière croisée entre les études. Enfin, une synthèse croisée des données a été réalisée comme enseignements communs de ces expérimentations sur la confiance des usagers et la conception des systèmes. Des modèles et analyses statistiques ont été développés dans chacune des études.

Résumé

Le tableau suivant présente les caractéristiques des quatre études dont il est question.

Tableau 8 : Résumé des caractéristiques et de la définition de chaque étude

Etude	Usager & véhicule	Domaine opérationnel	Niveau d'automatisation réel & perçu	Collection des données
I (2017)	Conducteurs grand public & véhicule particulier	Circulation en environnement contrôlé et simulations	Véhicule conventionnel perçu comme totalement automatisé (WoZ)	Questionnaire de confiance Entretiens semi-structurés Echanges momentanés Courbe de confiance
II (2019-2020)	Personnel logistique & robot de livraison	Livraison urbaine sur campus universitaire	Véhicule conventionnel perçu comme totalement automatisé (WoZ)	Questionnaire de confiance Questionnaire sur les aspects contextuels Entretiens semi-structurés
III (2021)	Conducteurs de bus & bus	Circulation en conditions réelles en zone industrielle	Véhicule partiellement automatisé perçu comme tel	Questionnaire de confiance Questionnaire sur les aspects contextuels Mesures comportementales
IV (2021)	Passagers des transports publics & bus	Circulation en environnement contrôlé et simulé	Véhicule partiellement automatisé perçu comme totalement automatisé	Questionnaire de confiance Questionnaire sur les aspects contextuels Entretiens semi-structurés

Résultats

Etude I

Un total de 18 participants âgés entre 20 et 55 ans a expérimenté le véhicule en environnement contrôlé et a réalisé deux courses, chacune correspondant à un style de conduite différent. Le trajet était constitué de sept situations de trafic réalistes.

L'analyse a été réalisée en deux parties :

- une évaluation de la confiance des usagers pendant la circulation et la mise en situation face aux sept scénarios de trafic,
- une évaluation de la confiance générale des usagers et évolution de la confiance au cours des mises en situation.

Les résultats peuvent être synthétisés comme suit :

- les comportements prédictifs des véhicules automatisés augmentent la confiance des usagers ;
- les comportements de conduite bienveillants envers les autres usagers augmentent la confiance des usagers ;
- une action initiée par le véhicule dans le cas d'une situation à risque perçue sans que l'utilisateur ne sache pourquoi décroît la confiance de l'utilisateur ;
- la perception du risque pour autrui est amplifiée lorsque d'autres usagers étaient impliqués dans la situation de conduite, mais lorsque le comportement est adapté à celle-ci, la confiance de l'utilisateur dans le véhicule augmente ;
- le risque perçu pour soi-même lorsque peu d'informations sont fournies par l'environnement rendent plus difficile pour les participants la prévision des événements à venir, ceci augmentant le risque perçu et affectant la confiance des utilisateurs ;
- lorsque la difficulté de la tâche de conduite est perçue comme faible, la confiance de l'utilisateur est moins affectée ;
- la confiance de l'utilisateur est affectée par la comparaison entre la façon dont une situation est traitée et la façon dont l'utilisateur s'attend à ce qu'elle soit traitée ;
- la confiance en le véhicule automatisé est fondamentalement affectée par les interactions entre la raison pour laquelle le véhicule réalise une action, comment l'action est réalisée et quand cette action est réalisée en lien avec le contexte opérationnel.

Etude II

Un total de 12 professionnels de l'entreprise logistique HUGO AB a été impliqué, la moyenne d'âge étant de 58 ans (9 hommes et 3 femmes). Les colis étaient envoyés depuis le central logistique sur le campus universitaire vers les cinq parcelles découpant le campus.

Les résultats peuvent être synthétisés de la manière suivante :

- la capacité insuffisante et la fiabilité des engins de livraison automatisés diminuent la confiance de l'utilisateur ;
- en raison de la perception du robot comme non fiable, la perception du risque a été augmentée, faisant diminuer la confiance de l'utilisateur ;
- l'introduction du droïde augmente la complexité du système et la difficulté de la tâche, augmentant aussi la charge sur les utilisateurs et diminuant la confiance des usagers envers l'engin ;
- la perception du système logistique complexe affecte la confiance de l'utilisateur ;
- comme l'introduction du système a abouti à des conséquences négatives, les usagers ne voient pas de bénéfices à utiliser un robot de livraison ;
- à la fois l'engin et le domaine d'emploi opérationnel affectent la confiance, et l'interaction de ces deux éléments simultanément affecte le plus la confiance, l'interdépendance entre le véhicule et le domaine opérationnel est fondamental pour la confiance des usagers ;

- à partir des interactions avec les usagers, des convictions sur les domaines dans lesquels l'engin serait plus utile ont été créées.

Le graphe ci-dessous présente les comparaisons entre les perceptions avant et après l'introduction du droïde de livraison : la confiance des usagers après l'expérimentation est moins bonne qu'avant l'introduction de celui-ci.

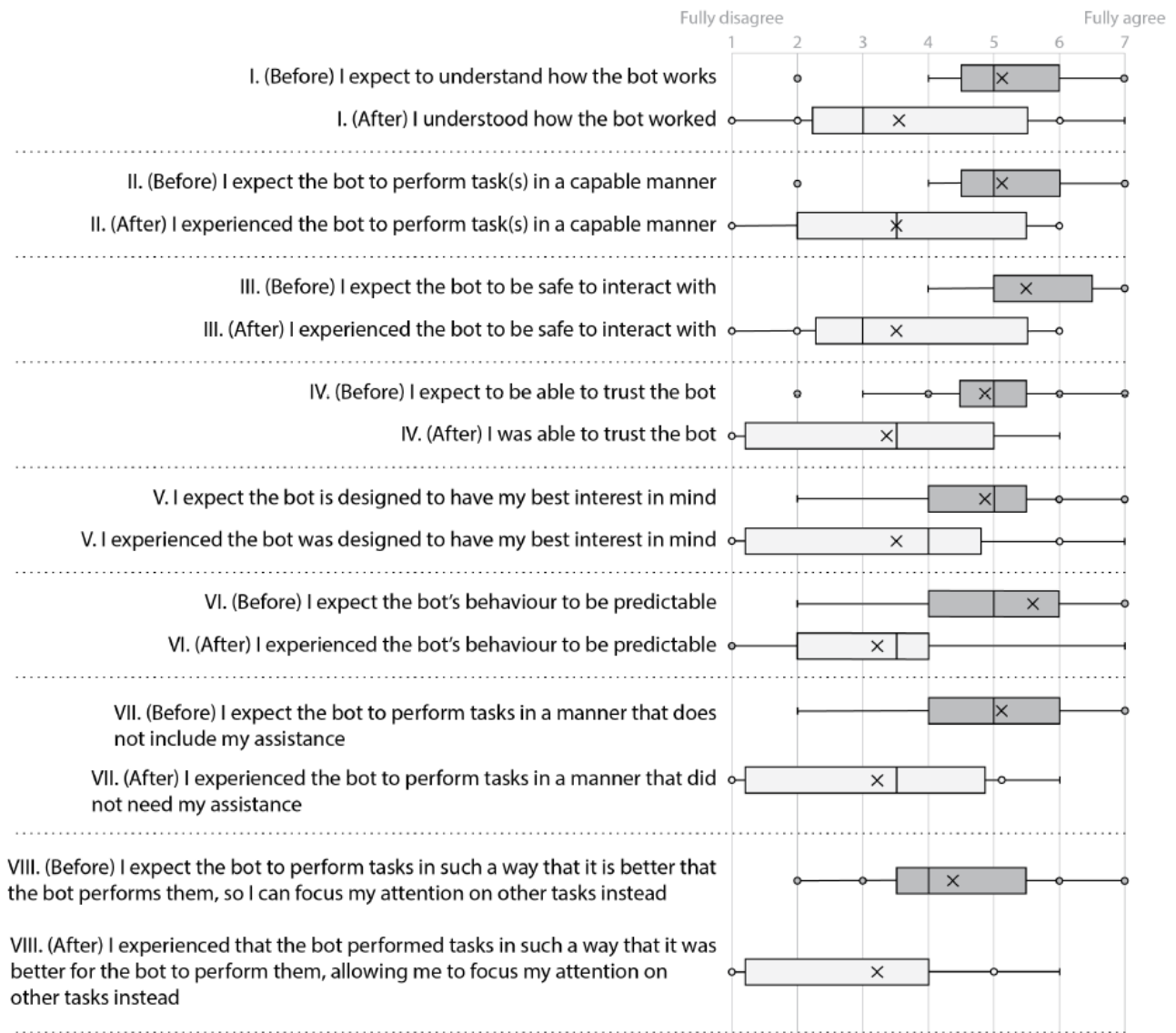


Figure 22 : Confiance des usagers avant et après l'introduction du droïde sur le campus

En particulier, en lien aux capacités et à la fiabilité expérimentée, la plupart des participants ont évalué le droïde comme étant moins optimal en termes de capacité de chargement dans la mesure où il ne peut livrer que des petits colis. De plus, les usagers ont jugé négativement les performances de l'engin (en raison des dysfonctionnements répétés).

Etude III

Un total de 10 conducteurs de bus (9 hommes et une femme, âgés de 32 à 71 ans) a participé à l'étude et a conduit un bus capable de s'amarrer à un arrêt de bus pour la montée/descente des passagers. L'étude a été conduite sur route ouverte dans une zone industrielle avec cinq arrêts de bus.

Les résultats peuvent être synthétisés ci-dessous :

- le comportement de conduite prédictible et fiable augmente la confiance en les systèmes d'aide à la conduite ;

- le système d'aide à la conduite est perçu comme étant sécuritaire et facile à utiliser (compris), ce qui augmente la confiance des usagers ;
- l'approche des arrêts de bus est perçue comme facile, ce qui augmente la confiance des usagers ;
- l'environnement de trafic (faible degré de complexité et de risques) affectent la confiance de l'utilisateur en réduisant le niveau seuil de confiance envers le système d'aide à la conduite ;
- la confiance des usagers est affectée à deux niveaux : niveau opérationnel (interactions avec l'interface usager et le comportement de conduite) et le niveau d'usage (avoir confiance au système pour gérer le bus) ;
- la croyance de fiabilité du bus automatisé relative à l'usage dans d'autres contextes opérationnels (même domaine d'opération par ailleurs) a été établie par l'interaction usager-véhicule automatisé.

Plus particulièrement, les résultats montrent qu'une majorité de participants a confiance au système de conduite automatisé pendant l'utilisation dans la mesure où l'usage accroît leur compréhension des capacités du système et ses limites. La confiance a été d'abord affectée par les performances du système : les usagers ont expérimenté un dispositif fiable et prévisible.

De plus, la confiance a été identifiée à deux niveaux : le niveau opérationnel qui concerne l'interaction entre les usagers et l'interface usager du système afin de recueillir des retours sur les interfaces et les comportements du système ; le niveau d'usage (plus désagrégé) qui associe un usage à un objectif.

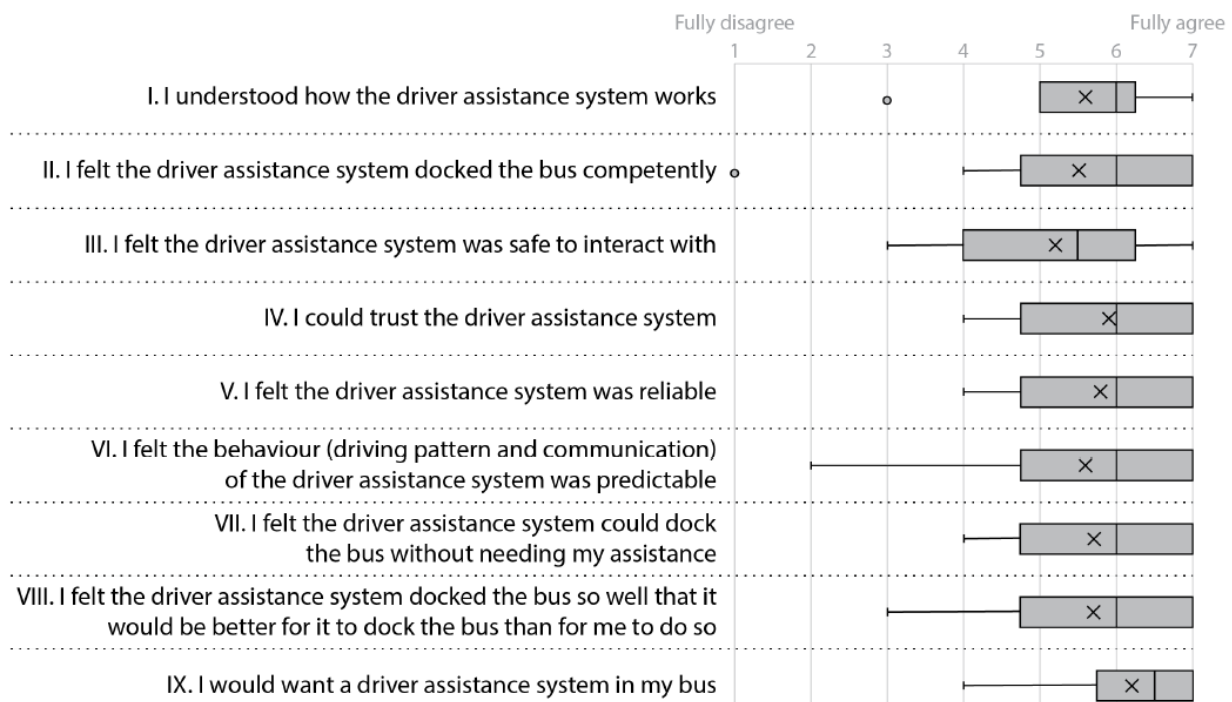


Figure 23 : Résultats du questionnaire de confiance

Etude IV

L'étude a intégré 32 participants (12 hommes et 10 femmes, âgés de 21 à 70 ans), usagers fréquents des transports en commun, recrutés dans deux villes en Suède (Gothenburg et Boras). La réalisation de l'expérimentation a été réalisée sur deux jours en environnement contrôlé, sur une route incluant neuf situations de trafic réalistes.

Les résultats peuvent être synthétisés comme suit :

- le bus automatisé a été perçu comme performant, prévisible et prudent, les usagers l'ont perçu comme sûr, ce qui augmente la confiance des usagers ;
- l'environnement de trafic a été perçu comme contrôlable, prévisible et incluant de faibles risques perçus, ce qui diminue le seuil de confiance du bus automatisé ;

- la confiance usager est affectée par l'inclusion de mesures de sécurité et à l'image de marque du bus ;
- la confiance usager est affectée par les actions spécifiques et les tâches conduites par le véhicule ainsi que par la raison des actions ou des tâches (réalisées ou non).

En particulier, la plupart des participants a eu des retours plutôt positifs et s'est senti excité et intéressé par l'expérience. De plus, les performances du bus ont affecté la confiance des usagers, ceux-ci ont perçu le véhicule avec un niveau de fiabilité élevé. Les entretiens ont même montré que les participants ont caractérisé les décisions de conduite du bus comme comparables à celles prises par un conducteur conventionnel. Les participants se sont ainsi sentis en sécurité dans le véhicule.

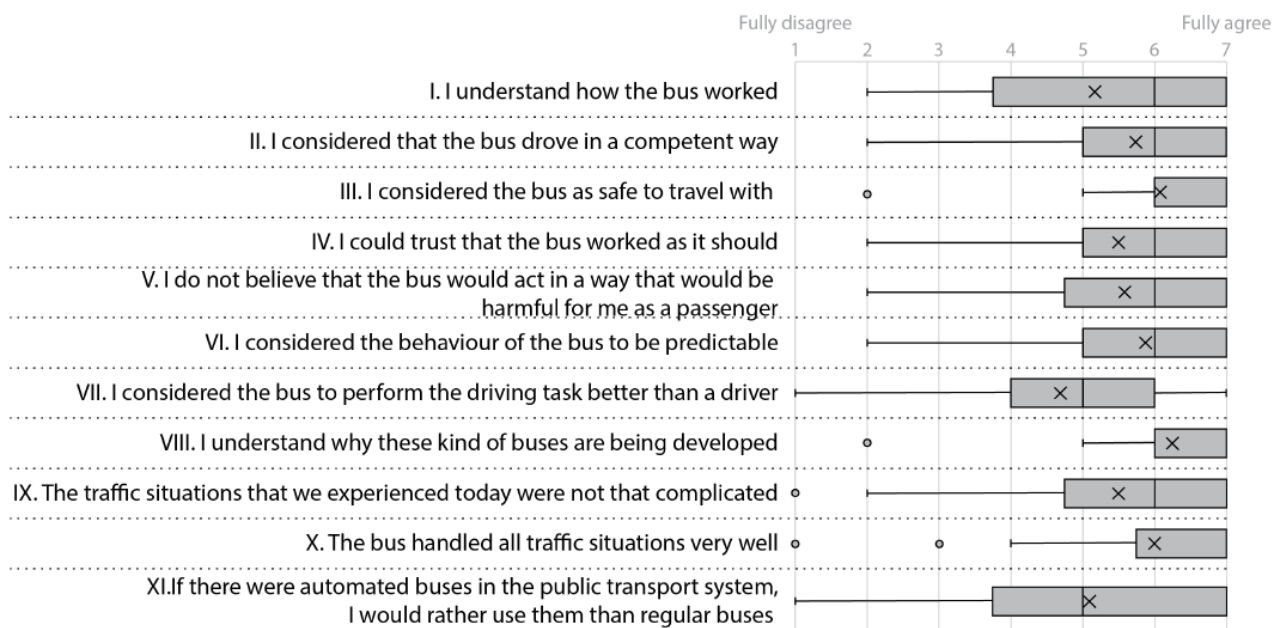


Figure 24 : Résultats du questionnaire de confiance des participants du grand public, usagers des transports en commun

En outre, la confiance des usagers n'est pas affectée que par le bus lui-même mais également par l'environnement, c'est-à-dire par les autres usagers de la route et les situations de trafic rencontrées. Les usagers ont globalement jugé l'environnement comme prévisible et ne présentant pas d'incidents notables non prévisibles. En revanche, cette perception d'un environnement très simpliste a eu pour conséquence de faire diminuer le seuil de confiance pour le système.

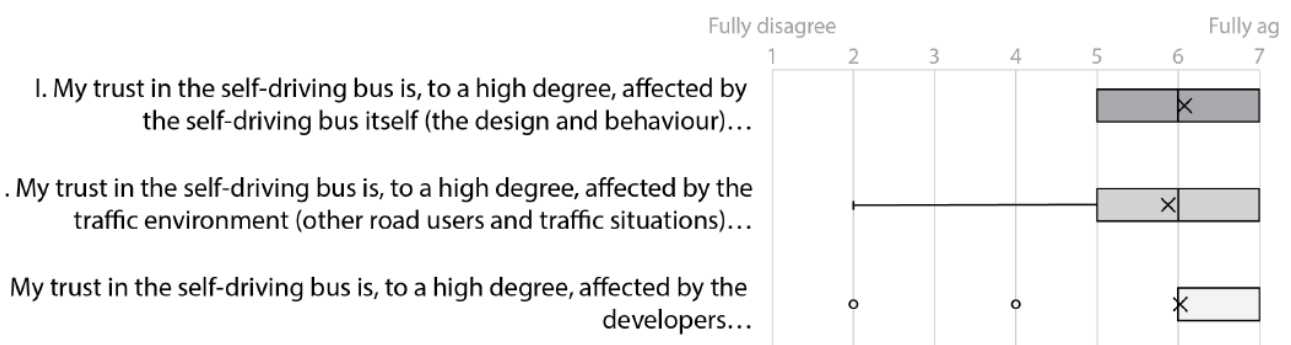


Figure 25 : Effets des aspects contextuels de la confiance des usagers

La confiance des usagers

En mettant en commun les résultats obtenus par chacune des études, il ressort que :

- les résultats montrent des corrélations avec la confiance,
- ces résultats sont obtenus fréquemment dans les différents matériaux déployés,
- l'expérimentation a été important pour les usagers.

AV RELATED TRUST FACTORS	USER: Regular Car Drivers AV: Automated Car OD: Traffic System			
	STUDY I	STUDY II	STUDY III	STUDY IV
CAPABILITY		✓		✓
RELIABILITY		✓		
PREDICTABILITY	✓		✓	✓
BENEVOLENT INTENTIONS	✓			
DEPENDABILITY			✓	
UNDERSTANDABILITY	✓			✓
EASE-OF-USE			✓	
CONFORMING TO EXPECTATIONS	✓	✓		

Figure 26 : facteurs de confiance identifiés

Les trois premiers facteurs, qui affectent en majeure partie la confiance, sont orientés autour des performances perçues des systèmes déployés. La capacité détermine l'adéquation entre les capacités expérimentées du système et l'objectif de l'usage du système. La fiabilité mesure l'évaluation par l'utilisateur de la manière dont le système répond à l'usage pour lequel il est conçu. Ces deux facteurs affectent la confiance ainsi que la prévisibilité du système. Ces trois paramètres ont prévalu dans les études pour lesquelles ils ont été remarquables, que ce soit positivement ou négativement (dysfonctionnements répétés de l'engin de livraison ou à l'inverse un système particulièrement fiable et apprécié).

Le degré de dépendance au système, c'est-à-dire le degré auquel l'utilisateur perçoit le véhicule automatisé pour répondre à l'usage prévu, est évalué. Dans le cas de l'étude III, le système d'aide à la conduite se prête à la notion d'expérimentation pour accroître le besoin de l'usage (les participants ayant au préalable pu tester le dispositif) avant le lancement des tests. Ce résultat est cohérent avec le fait que la dépendance est la deuxième étape dans le processus de confiance, ce qui coïncide avec la durée de la mise en situation de l'étude III puisque les participants ont testé 30 fois le dispositif avant le début de l'expérimentation, en conditions réelles dans une zone industrielle.

En outre, la compréhension du fonctionnement du système est un facteur de la confiance. En particulier dans l'étude I, le fait que le véhicule se comporte d'une manière sans que le passager en comprenne la raison a particulièrement affecté sa confiance. Ce résultat est prédominant puisque le passager se situe dans un véhicule léger en lieu et place du conducteur et compare le comportement du système au sien. De même, dans l'étude IV, les passagers des transports en commun comparent les comportements du bus automatisé à ceux des transports en commun conventionnels.

La notion de bienveillance est souvent estimée comme une qualité humaine non transcribable aux machines. L'étude I met néanmoins en évidence que les usagers ont retranscrit certaines qualités de bienveillance au

véhicule automatisé, vis-à-vis des autres usagers. Dans l'expérimentation, le véhicule a montré clairement ses intentions et ses changements de direction aux autres usagers, montrant des comportements bienveillants vis-à-vis des usagers vulnérables par exemple. La particularité de l'étude I est qu'elle a été réalisée sous le concept du magicien d'Oz, le conducteur caché mettant volontairement en avant certains comportements connotés comme agressifs ou au contre défensifs. Ces résultats n'ont pas été observés dans les autres études.

La facilité de l'usage a été uniquement relevé dans le cas du système d'aide à la conduite, les autres cas se rapportant à de l'automatisation perçue comme totale.

L'adéquation entre les attentes des usagers et les comportements réels du véhicule testé par les usagers est également une composante forte de la confiance. La mise en évidence de ce facteur est apparue dans les études I et II. Dans le cas de l'étude I, ce sont certaines situations spécifiques qui ont permis de mettre en évidence ce lien dans la mesure où le véhicule a eu des comportements parfois éloignés des conducteurs humains (décélération tardive et brutale par exemple). Dans l'étude II, les dysfonctionnements du système ont eu pour conséquence que le système n'a pas pu réaliser les livraisons prévues sur toutes les parcelles du campus universitaire. En ce sens, ces deux situations ont considérablement contribué à faire diminuer la confiance perçue.

Enfin, les études ont mis en avant que les informations sur les performances et en particulier les informations sur la manière de concevoir un système performant capable de minimiser le niveau de risque se sont révélées comme prépondérantes. De plus, en dehors de la performance des systèmes, les usagers se sont montrés particulièrement attentifs aux comportements eux-mêmes c'est-à-dire par rapport à la situation rencontrée et d'une certaine manière en comparaison des comportements humains.

Les origines contextuelles de la confiance des usagers

CONTEXTUALLY RELATED TRUST ASPECTS	USER: Regular Car Drivers AV: Automated Car OD: Traffic System USER: Logistic Personnel AV: Automated Delivery Bot OD: Logistic Chain - Last Mile USER: Bus Drivers AV: Automated PT Bus OD: Public Transport (PT) USER: PT Passengers AV: Automated PT Bus OD: Public Transport (PT)			
	STUDY I	STUDY II	STUDY III	STUDY IV
PERCEIVED WORKLOAD		✓		
PERCEIVED RISK(S)	✓	✓	✓	✓
PERCEIVED COMPLEXITY (WORK ENVIRONMENT)		✓	✓	
PERCEIVED TASK DIFFICULTY	✓	✓	✓	
ORGANIZATIONAL SETTING		✓	✓	
PERCEIVED BENEFITS		✓		

Figure 27 : Aspects contextuels de la confiance

La charge de travail perçue de l'introduction des véhicules automatisés a été identifiée uniquement dans le cas de l'étude II, mettant en œuvre des engins de livraison. En raison des dysfonctionnements récurrents et de sa faible capacité, l'engin a été perçu comme augmentant la charge portée sur l'utilisateur.

La notion de risque perçu pour l'utilisateur cible ou les autres usagers de la route a été identifiée dans les quatre études comme l'un des facteurs les plus importants affectant la confiance. Le risque perçu est identifié comme un facteur des interactions entre le véhicule automatisé et l'environnement opérationnel, notamment initié par l'expérience utilisateur.

La complexité de l'environnement de conduite a été identifiée comme facteur dans deux des quatre études, en particulier dans les cas de la logistique urbaine, où le système automatisé a apporté de la complexité au système de livraison déjà existant, contrairement au cas du système d'aide à la conduite où la complexité de l'environnement était très limitée. Dans le cas de l'étude III, bien que les usagers aient eu un retour positif de l'expérience dans l'environnement contrôlé, ils ont jugé qu'ils ne feraient pas confiance au système dans une situation de conduite réelle urbaine. Les situations dans lesquelles le système a eu à agir ont été jugées trop peu représentatives de la conduite en situation réelle en environnement complexe.

La difficulté de la tâche de conduite a également affecté la confiance des usagers de deux manières :

- si la tâche de conduite est jugée peu complexe (étude I) pour le véhicule automatisé : poursuite de véhicule, croisement de véhicule sur route bidirectionnelle ;
- si la tâche de conduite est jugée comme augmentant la difficulté de la tâche perçue (étude II) ou réduisant celle-ci (étude III).

La confiance envers les développeurs et l'entreprise (ou constructeur) a également été identifiée comme un facteur de la confiance. En particulier les résultats ont mis en avant dans les études II et III le rôle que jouait l'attitude envers l'acteur qui introduit le dispositif. Dans le cas de l'étude II, l'introduction du système dans la routine quotidienne des usagers a eu une influence sur leur intérêt envers l'acteur responsable de cette introduction. Pour l'étude III, l'inquiétude s'est orientée autour des conséquences futures de l'introduction d'un tel système compte tenu des conditions réelles de circulation.

Les bénéfices perçus ou l'absence de bénéfices a joué un rôle dans la confiance observée dans l'étude II en particulier. Les usagers ont en effet jugé que le service n'apportait rien à leur quotidien. Dans le cas de l'étude III, les usagers ont perçu des bénéfices potentiels multiples avec des systèmes d'aide à la conduite pour l'approche des arrêts des transports publics dans les situations où un arrêt est compliqué dû à la complexité de l'environnement de trafic. Dans l'étude IV, les usagers ont également exprimé des bénéfices à l'introduction de bus automatisés notamment en déployant de nouveaux services permettant d'augmenter le nombre de trajets et la localisation des arrêts. Néanmoins, ces bénéfices n'ont pas été identifiés comme prédominants dans les études III et IV.

En conclusion sur les aspects contextuels affectant la confiance, ce sont la perception du risque ainsi que la difficulté de la tâche de conduite.

Concevoir un système de conduite automatisé

Ces quatre études ont permis de mettre en avant l'importance de la considération des facteurs de la confiance ainsi que des aspects contextuels pour concevoir un système automatisé. Par ailleurs, les résultats ont également mis en évidence l'importance du lien entre le véhicule automatisé et le contexte, en lien avec les comportements des véhicules.

De plus, les résultats mettent en exergue l'importance des informations données aux usagers qui forgent leur interprétation des informations originelles, notamment sur les actions et la raison des actions prises par le véhicule. La confiance est bâtie en partie sur les éléments permettant au consommateur ou à l'utilisateur de comprendre le fonctionnement du véhicule.

Ainsi, les variables de la conception d'un système doivent permettre de répondre aux questions suivantes : qui (le véhicule automatisé), quoi (dans le sens à ce que fait le véhicule), par quels moyens (par exemple en lien aux transmissions d'informations avec l'utilisateur et les moyens de communication), quand (en lien avec les actions du système en temps réel et à la pertinence des actions), pourquoi (par rapport aux comportements humains et à la façon dont les usagers comprennent les actions), où (en lien avec le domaine d'emploi du système) et comment, qui est la variable dépendante qui est l'effet des autres variables de conception permettant à l'utilisateur d'interpréter les informations créées et de forger sa perception. L'ensemble de ces variables contribue à construire la confiance et ainsi l'acceptabilité des usagers.

I. The Delegation-Level Choice of an Automated Vehicle: An Analysis by Structural Equation Modeling. Bel and al. International Journal of Human-Computer Interaction. (2023)

L'objectif de cette étude est de prédire l'acceptabilité liée au niveau de délégation de conduite, c'est-à-dire de déterminer à quels types de véhicules les usagers sont prêts à donner la main. Cette étude se base sur les niveaux d'automatisation définis par la norme SAE (2016). Il est aussi question de tester l'influence spécifique de la confiance, comme facteur prédictif prédominant, sur chaque niveau d'automatisation.

L'étude est basée sur le modèle TPB (théorie des comportements planifiés) (cf. synthèse Zhang et al. 2023), auquel ont été ajoutées les dimensions suivantes :

- l'attrait pour la technologie,
- la confiance dans l'usage des véhicules automatisés,
- la norme subjective de l'usage des véhicules automatisés,
- le contrôle perçu à l'usage des véhicules automatisés.

Le modèle basé sur le TPB est particulièrement pertinent pour prédire l'usage et le comportement humain, prenant en compte le fait que les véhicules automatisés sont composés de différents sous-systèmes (et non d'une unique technologie) ainsi que les modifications des habitudes impliquées chez l'utilisateur.

Cette étude se base sur les hypothèses suivantes :

- les attitudes générales ne prédisent pas des attitudes spécifiques en tant que comportements attendus et non certains des interactions homme-machine définies dans le concept de confiance (1) ;
- les attitudes générales sont influencées par les normes subjectives (2) et le contrôle comportemental perçu (3) ;
- la confiance dans l'usage des véhicules automatisés est le déterminant du choix de délégation de conduite (4) ;
- un fort niveau de confiance d'usage des véhicules automatisés est associé à un niveau de délégation plus élevé par les participants ;
- la modélisation prédit le niveau de délégation choisi par les participants indépendamment du contexte appliqué (à la fois en ville et en environnement autoroutier).

Méthodologie

Un questionnaire construit en deux parties a été conçu et administré à des conducteurs français, représentatifs de la population française en termes d'âge, de genre et de logement. Un total de 2708 réponses a été retenu pour l'étude, dont 51 % de femmes et une moyenne d'âge de 42 ans répartis entre 18 et 65 ans.

La première partie du questionnaire était constituée de seize questions, cherchant à évaluer la confiance des conducteurs dans l'usage de véhicules automatisés. La seconde partie visait à déterminer le niveau de délégation choisi par les conducteurs.

La première partie du questionnaire intègre les quatre dimensions présentées précédemment, chacune composée de quatre affirmations. Les répondants ont répondu selon une échelle de Likert en six points de 1 « pas du tout d'accord » à 6 « totalement d'accord ». Opter pour une échelle avec un nombre de choix pair oblige les répondants à prendre une position plutôt positive ou négative en empêchant les réponses neutres¹⁴. Le tableau ci-dessous présente les seize affirmations soumises.

Tableau 9 : Dimensions prédictives des choix de délégation de conduite, réparties en quatre catégories.

Dimensions et affirmations	Code
Attrait pour la technologie <i>Si j'entends parler d'une nouvelle technologie, je vais essayer de trouver un moyen de la tester.</i>	TECH1

¹⁴ Une étude a montré que les échelles en 6 points sont plus fiables que les échelles en 5 points.

<i>Parmi mes pairs, je suis généralement le premier à tester de nouvelles technologies.</i>	TECH2
<i>En général, je n'hésite pas à tester de nouvelles technologies.</i>	TECH3
<i>J'aime expérimenter de nouvelles technologies.</i>	TECH4
Confiance	
<i>Au lieu de superviser la conduite, je peux faire autre chose parce que j'ai confiance au véhicule automatisé.</i>	TRUST1
<i>J'aurai confiance en la capacité du véhicule à répondre à des situations complexes.</i>	TRUST2
<i>Je me sens prêt à monter à bord d'un véhicule automatisé avec mes proches.</i>	TRSUT3
<i>Je ferai confiance au véhicule automatisé pour me conduire à ma destination.</i>	TRUST4
Normes subjectives	
<i>Je pense que mes proches trouveront que j'ai du style si j'utilise un véhicule automatisé.</i>	SN1
<i>Mes proches auront plus de style s'ils utilisent un véhicule automatisé.</i>	SN2
<i>Mes proches m'encourageront à utiliser un véhicule automatisé.</i>	INFL3
<i>Les politiques publiques encourageront les personnes à utiliser un véhicule automatisé.</i>	INFL4
Contrôle comportemental perçu	
<i>J'apprendrai vite à utiliser un véhicule automatisé.</i>	PBC1
<i>Je serai capable de maîtriser les dispositifs d'un véhicule automatisé.</i>	PBC2
<i>Je serai capable de prendre en main un véhicule automatisé.</i>	EffortE3
<i>J'aurai les compétences d'utiliser un véhicule automatisé.</i>	EffortE4

La deuxième partie du questionnaire est construite sur la base des niveaux d'automatisation SAE en la simplifiant pour des raisons évidentes de partage au grand public, et se focalisant sur l'usage individuel. Celle-ci se base sur cinq niveaux d'automatisation : le véhicule ordinaire ; deux niveaux de délégation faibles et deux niveaux de délégation élevés. Les participants ont dû choisir leur niveau préféré pour les deux cas d'usage suivants : la conduite sur autoroute et la conduite en environnement urbain. Le tableau ci-dessous donne les définitions présentées aux répondants.

Tableau 10 : Définitions des niveaux de délégation utilisés dans la seconde partie du questionnaire.

Niveaux d'automatisation	Définition
Véhicule ordinaire (conventionnel)	C'est le véhicule que vous utilisez tous les jours. Il n'est pas automatisé. Certains véhicules ordinaires sont équipés d'aides à la conduite (GPS, contrôle adaptatif) mais en aucun cas ces systèmes contrôlent le véhicule à la place du conducteur, qui conduit vraiment le véhicule. D'autres véhicules ne sont pas équipés d'aides à la conduite du tout.
Véhicule automatisé de niveau A	Ce type de véhicule automatisé ne permet pas au conducteur de poser ses mains sur le volant ni les pieds sur les pédales. Le conducteur supervise néanmoins le véhicule ; de sorte qu'il surveille les actions du véhicule. L'attention du conducteur doit être focalisée à tout instant sur la route.
Véhicule automatisé de niveau B	Ce type de véhicule automatisé ne permet pas au conducteur de poser ses mains sur le volant ni les pieds sur les pédales. Il permet au conducteur de réaliser d'autres activités en même temps que la

	conduite. L'activité choisie doit être facilement interrompue (envoi de messages, réseaux sociaux). Quand le véhicule demande au conducteur de se reconcentrer sur la route en raison d'une manœuvre délicate, le conducteur doit stopper son activité, évaluer l'action prise par le système et reprendre le contrôle du véhicule si nécessaire.
Véhicule automatisé de niveau C	Ce type de véhicule automatisé ne permet pas au conducteur de poser ses mains sur le volant ni les pieds sur les pédales. L'utilisateur n'est plus obligé de superviser le véhicule ; il ne doit plus reprendre le contrôle dans un temps imparti si nécessaire, ce qui lui permet de se concentrer totalement à une autre activité pendant la conduite (regarder un film).
Véhicule automatisé de niveau D	Ce type de véhicule automatisé ne permet pas au conducteur de poser ses mains sur le volant ni les pieds sur les pédales. L'utilisateur n'est plus obligé de superviser le véhicule dans la mesure où celui-ci est capable de gérer toutes les situations. L'utilisateur ne doit plus reprendre le contrôle, ce qui lui permet de se consacrer totalement et pour une longue durée à d'autres activités (dormir). Certains véhicules de catégorie D n'ont ni volant ni pédales.

La première partie du questionnaire a duré environ 10 minutes, a été complétée en ligne via un outil d'enquête. La seconde partie a été complétée une semaine après par le même échantillon, et a duré environ 15 minutes.

Des analyses statistiques ont été réalisées afin de déterminer les relations de dépendance entre les variables. D'abord, une analyse factorielle confirmatoire a été menée (couramment utilisée en sciences sociales afin de tester si les mesures obtenues sont cohérentes avec les constructions existantes). Puis, une évaluation de la pertinence des liens causaux du modèle a été établie. Enfin une analyse de la variance a été réalisée pour comparer les niveaux de confiance en lien aux choix des niveaux de délégation préférés.

Résultats

Résultats préliminaires de l'effet des caractéristiques individuelles sur l'attrait pour la technologie et le choix de délégation

L'échantillon contenait 22 % de personnes très avisées de la technologie et près de 46 % d'individus modérément avisés de la technologie. Les 32 % restants avaient tendances à se considérer comme pas très avisés de la technologie. En moyenne, les hommes sont plus représentés dans le groupe des technophiles que les femmes ; tandis que les plus jeunes sont plus représentés dans ce même groupe.

Le choix d'un haut niveau de délégation de conduite dans le contexte de l'environnement autoroutier a été majoritairement pris par des hommes. Un résultat similaire a été observé pour l'environnement urbain.

Prédiction du choix du niveau de délégation

Une analyse en composantes principales a été réalisée et semble expliquer 79 % de la variance. Les résultats mettent en avant une large saturation du facteur confiance dans l'explicabilité du premier facteur, qui représente 51 % de la variance. Le deuxième facteur d'explicabilité, représentant 11 % de la variance est le contrôle comportemental perçu. En troisième position, avec une explicabilité de 10 % de la variance, arrive l'attrait pour la technologie. En dernier facteur explicatif de la variance avec seulement 5 % arrivent les normes subjectives.

Les analyses statistiques ont également mis en avant des influences communes de certaines dimensions :

- EffortE3 et EffortE4 mesurent la capacité d'utiliser les véhicules automatisés tandis que PBC1 et PBC2 questionnent respectivement la facilité d'apprentissage et la capacité de maîtriser ces fonctions.

- INFL4 n'est pas en lien avec l'entourage des individus mais en lien avec les politiques incitatives.
- La corrélation entre les normes subjectives portées par SN1, SN2 et INFL3 renforcent cette différence.
- TRUST3 et TRUST4 sont des mesures générales de la confiance, contrairement à TRUST1 et TRUST2.
- TECH1 et TECH2 se rapprochent d'une mesure de l'intention d'usage de la technologie très rapidement tandis que TECH3 et TECH4 évaluent uniquement l'intention d'usage.

Les résultats mettent aussi en évidence que malgré la différenciation nette entre l'attrait pour la technologie et la confiance et le contrôle comportemental perçu, et entre les normes subjectives et le contrôle comportemental perçu, les normes subjectives ont été mal différenciées de la confiance et de l'attrait pour la technologie.

L'analyse du maximum de vraisemblance a mis en exergue les résultats suivants :

- L'attrait pour la technologie a un impact direct sur la confiance dans l'usage des véhicules automatisés.
- Les normes subjectives ont une influence directe sur le niveau de confiance dans l'usage.
- La confiance à l'égard de l'usage affecte directement le choix du niveau de délégation dans le contexte autoroutier comme urbain.
- L'attrait pour la technologie a un impact direct à la fois sur les normes subjectives et sur le contrôle comportemental perçu.
- Le contrôle comportemental perçu d'un véhicule automatisé a un impact direct sur la confiance d'usage.

Les modèles testés montrent la confiance comme centrale dans la prédiction du choix du niveau de délégation par les participants.

Effets de la confiance sur le choix du niveau de délégation dans un contexte urbain

Le niveau de confiance est significativement différent en fonction du niveau de délégation choisi par les participants dans le contexte urbain, en particulier entre les véhicules ordinaires et tous les types de véhicules automatisés. Le niveau de confiance du niveau de délégation A a été significativement différent des autres véhicules tandis qu'aucune différence significative n'a été observée entre les véhicules de type B, C et D ; le même résultat est observable entre les niveaux de délégation C et D.

Les résultats mettent aussi en évidence que le niveau de confiance des participants ayant choisi le véhicule ordinaire était moins élevé que les participants ayant choisi un véhicule automatisé. De la même façon, les participants ayant choisi un véhicule automatisé de type A avaient un niveau de confiance plus faible que les participants ayant choisi un véhicule automatisé de type B, C ou D. Enfin, le niveau de confiance entre les participants ayant choisi un véhicule automatisé de type B, C ou D n'a pas significativement varié.

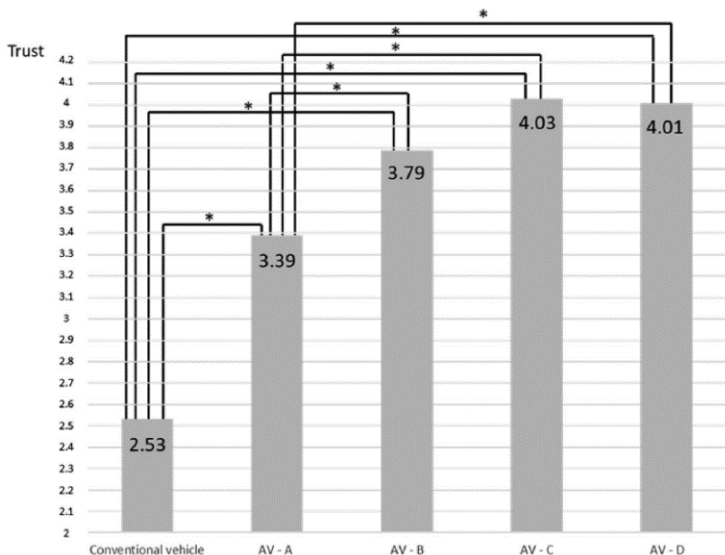


Figure 28 : Différents niveau de confiance en lien avec les niveaux de délégation choisis dans un contexte urbain. Les liens étoilés marquent les différences significatives relevées deux à deux entre les niveaux de délégation de conduite.

Effets de la confiance sur le choix du niveau de délégation dans un contexte autoroutier

De même que précédemment, le niveau de confiance a été significativement différent entre les participants ayant choisi un véhicule ordinaire et ceux ayant choisi un véhicule automatisé, quel que soit le niveau de délégation choisi ; le niveau de confiance des participants ayant choisi un véhicule automatisé de type A a été significativement différent de celui de tous les autres véhicules ; le niveau de confiance des véhicules B a été significativement différent de tous les autres véhicules, excepté les véhicules de type C ; le niveau de confiance des véhicules de type C a été significativement différent de celui des véhicules ordinaires et de type A ; le niveau de confiance des véhicules de type D a été significativement différent de celui de tous les autres véhicules, excepté C.

De même que pour le contexte urbain, les résultats ont montré que les personnes ayant choisi le véhicule ordinaire ont un niveau de confiance plus faible que ceux ayant choisi un véhicule automatisé, quel qu'il soit. Le niveau de confiance des participants ayant choisi A est significativement plus faible que ceux ayant choisi un niveau d'automatisation plus élevé (B, C ou D). Les participants ayant choisi B ont un niveau de confiance inférieur à ceux ayant choisi D. Aucune différence significative n'a été remarquée entre les participants ayant choisi C ou D.

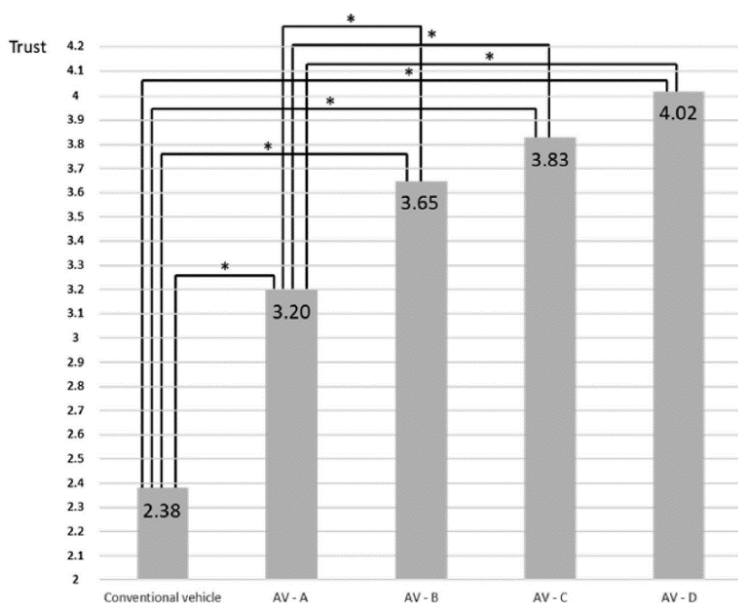


Figure 29 : Différents niveau de confiance en lien avec les niveaux de délégation choisis dans un contexte autoroutier. Les liens étoilés marquent les différences significatives relevées deux à deux entre les niveaux de délégation de conduite.

Conclusion

Les résultats ont montré que l'attrait pour la technologie affecte indirectement la confiance par la médiation des normes subjectives et du contrôle comportemental perçu des véhicules automatisés. Le modèle de prédiction a particulièrement bien marché puisque le modèle prédictif a prédit les choix que les participants ont fait une semaine après le questionnaire.

Les résultats ont aussi montré que les attitudes sont une variable clef dans la prédiction des intentions afférentes à un comportement. De plus, la confiance demeure un facteur important en lien avec le contexte.

Les trois niveaux de délégation de conduite les plus faibles (véhicules ordinaires, A et B) ont été discriminants dans les deux contextes proposés. Le niveau de confiance des participants ayant choisi C et D a été mesuré significativement supérieur.

Par ailleurs, les participants n'ont pas distingué les niveaux C et D. Ceci met en avant que le niveau de confiance accordé au véhicule automatisé est un bon prédicteur du niveau de délégation choisi en particulier lorsque les niveaux de délégation sont bien discriminés (ce qui n'a pas été le cas entre C et D). Ce résultat témoigne de l'importance de la clarté des informations pour l'utilisateur dans la démarche d'appropriation en vue de l'acceptabilité dans le mesure où celle-ci joue un rôle dans le choix du niveau de délégation.

Enfin, l'article a mesuré l'acceptabilité par ses variables en simultanément, ce qui n'a pas été choisi (la deuxième partie étant réalisée une semaine après la première). Malgré le temps écoulé entre les deux parties, qui est

connu pour réduire la force de prédiction du modèle, et compte tenu de la force prédictive observée du modèle, les résultats mettent en avant la sélection de déterminants ancrés chez les individus et la validité de la formulation des questions et des déterminants ciblés.

L'acceptabilité mesurée dans cette étude est par ailleurs une mesure de l'acceptabilité *a priori*, les individus n'ayant pas été soumis ni utilisé de véhicules automatisés. Dans le cadre de l'étude, l'attrait pour la technologie a été un prédicteur ; il serait intéressant d'ajouter d'autres déterminants comme la recherche de sensations, les différences culturelles ou le niveau d'anxiété.

m. Behavioral acceptance of automated vehicles: The roles of perceived safety concern and current travel behavior. Nazari et al. (Pre-print). (2023)

Cette étude empirique se focalise sur l'acceptabilité comportementale et contribue à identifier deux manques de la recherche des comportements de déplacement : la compréhension des inquiétudes perçues vis-à-vis de la sécurité des véhicules automatisés ainsi que la façon dont les usagers apprécient les bénéfices de la mobilité automatisée pour satisfaire leurs besoins de mobilité.

La recherche s'intéresse à construire un modèle récursif tri varié avec des variables latentes. Les détails de la modélisation construite ne sont pas décrits dans cette revue bibliographique.

Données

Les données utilisées pour estimer le modèle sont celles d'une base de données de 3574 individus, fournie par la Laboratoire national d'énergie renouvelable (2017).

Les répondants ont été questionnés à propos de leur intention déclarée d'accepter les véhicules automatisés et leurs inquiétudes déclarées à propos de la sécurité de ces véhicules. Ces deux interrogations forment les deux sorties ordinaires du modèle construit. Plus particulièrement, les réponses aux questions permettant de mesurer les deux variables ordinaires ont été enregistrées sur une échelle de Likert en cinq points (1- pas du tout d'accord, 5- totalement d'accord).

Les deux assertions posées sont les suivantes :

- intention d'accepter les véhicules automatisés : je considérerais l'achat d'un véhicule totalement automatisé (qui conduit tout seul) ;
- inquiétudes liées à la sécurité : je suis inquiet à propos de la sécurité des véhicules totalement automatisés.

A noter que l'intention d'accepter des véhicules automatisés est mesurée relativement à la propension d'acheter un véhicule automatisé.

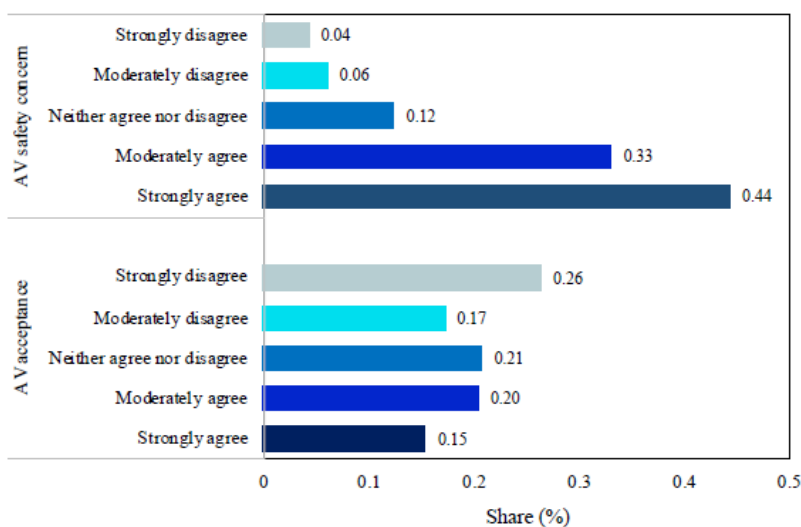


Figure 30 : Distributions statistiques des deux variables ordinaires liées à l'intention d'accepter les véhicules automatisés et les inquiétudes déclarées sur leur sécurité

Les résultats montrent que plus d'un tiers des individus sont enclins à accepter (acheter) les véhicules automatisés tandis que plus des trois quarts d'entre eux se sentent inquiets de la sécurité de la technologie.

Les répondants de l'enquête ont été interrogés sur leur nombre de kilomètres parcourus au cours des années passées. Cette donnée est considérée comme la sortie continue du modèle tri varié. Environ un tiers des individus conduit 5000 miles ou moins par an, tandis que la majorité d'entre eux conduit 15000 miles ou moins.

Le modèle est construit sur cinq variables latentes préférentielles construits sur des indicateurs observables. Les cinq variables latentes sont le coût du véhicule, la fiabilité du véhicule, les performances du véhicule et le mode chargement de celui-ci ; enfin la dernière variable concerne les technologies de mobilité partagée.

Les préférences correspondant aux quatre attributs du véhicule sont évaluées sur la base de douze indicateurs :

- coût du véhicule : prix du véhicule et économies de carburant ;
- fiabilité du véhicule : fiabilité, marque, garantie et capacité (taille du véhicule) ;
- performances du véhicule : accélération, puissance du moteur, capacité de remorquage ;
- rechargement du véhicule : autonomie, temps de recharge, disponibilité du carburant.

En général, les préférences sont attribuées au prix du véhicule, aux économies de carburant et à la fiabilité, tandis que la capacité, la puissance et le temps de recharge sont les indicateurs les moins préférés.

Les préférences latentes pour la mobilité partagée sont définies par des trois indicateurs : deux mesurent le niveau d'usage des services d'autopartage à la demande et des programmes des services de mobilité partagée avec chauffeur. En moyenne plus de 60 % des individus se déclarent disposés au services de mobilité partagée (type Uber, Lyft) mais plus de la moitié ne sont pas intéressés par les services d'autopartage. Le troisième indicateur mesure l'impact des services de mobilité partagée ou autopartage sur l'intention de posséder un véhicule : seulement 20 % des individus se déclarent prêts à ne plus posséder de véhicule au profit de la mobilité partagée.

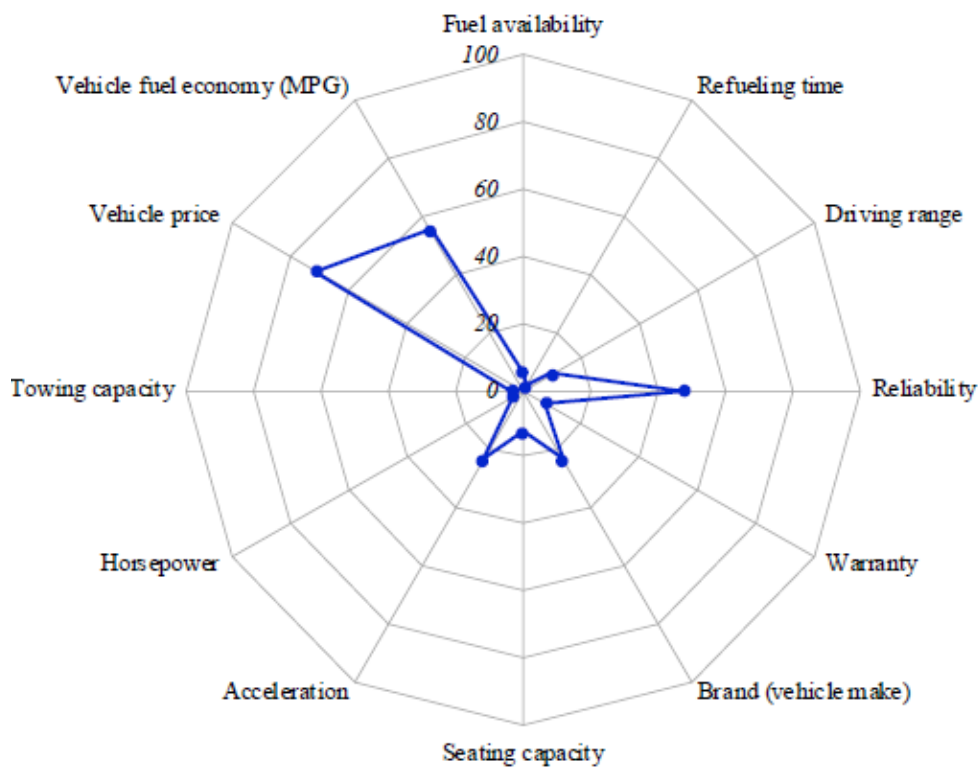


Figure 31 : Indicateurs de préférences pour les attributs du véhicule

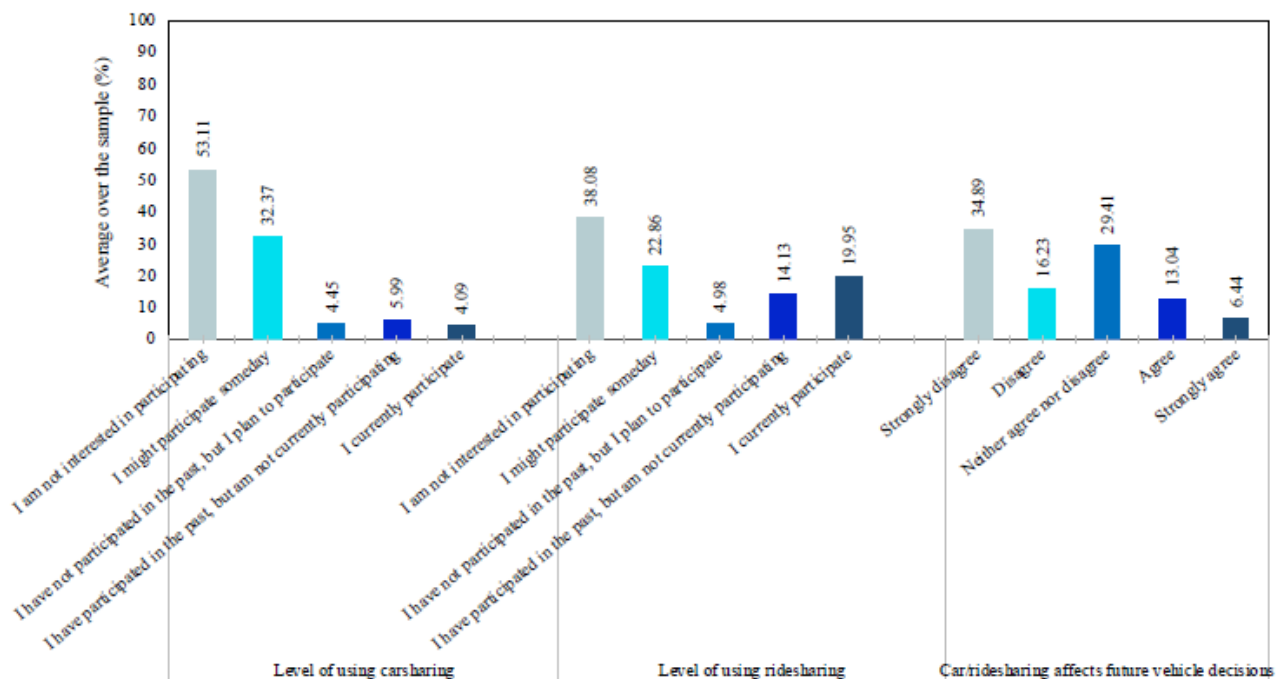


Figure 32 : Indicateurs de préférences déclarées de la mobilité partagée

Les variables exogènes décrivent les facteurs socioéconomiques, résidentiels et les facteurs de décision du véhicule. Parmi les facteurs socioéconomiques figurent l'âge, le genre, l'ethnie, le niveau d'éducation, le type d'emploi. Les facteurs résidentiels décrivent les coûts de stationnement : la plupart des répondants n'ont pas de frais de stationnement pour leur véhicule chez eux, la moyenne globale s'élevant à \$0.5 par jour. Enfin, le dernier groupe de variables exogènes s'intéresse aux interactions des individus avec les membres du foyer pour le choix du futur véhicule : plus des deux tiers des répondants sont les seuls ou les premiers décisionnaires du choix du véhicule dans leur foyer et le reste partage équitablement la décision avec les autres membres du foyer.

Résultats

Le modèle construit est cohérent vis-à-vis des variables latentes et les variables latentes reflètent les préférences des individus. La propension pour la mobilité partagée explique près de la moitié de la variance du modèle tandis que la variance restante est expliquée dans l'ordre par les préférences pour la fiabilité du véhicule, les performances, le chargement et enfin le coût.

Les préférences pour la variable du coût du véhicule font augmenter la part de ses indicateurs : une augmentation d'un des coûts liés au véhicule engendrant une augmentation directe du coût total du véhicule. La variable de fiabilité a des répercussions décroissantes sur les indicateurs de fiabilité, de la marque et de garantie tandis qu'elle contribue négativement à l'indicateur de capacité. Les préférences la variable liée au chargement du véhicule joue un rôle positif sur ses indicateurs avec une plus large contribution sur la capacité du véhicule que pour le temps de rechargement. La propension pour la mobilité partagée explique les préférences pour les services existants de mobilité à la demande. Les résultats montrent que les individus favorables à la mobilité partagée préfèrent probablement ces technologies et anticipent mieux la répercussion sur leur futur choix de véhicule.

Les caractéristiques socioéconomiques jouent un rôle sur les préférences déclarées des individus. L'indicateur du type d'emploi est dimensionnant pour les tendances liées aux attributs du véhicule et à la mobilité partagée. Le groupe des répondants employés à temps plein sont potentiellement plus disposés aux caractéristiques de fiabilité de performances et de mobilité partagée comparé aux autres individus. Les personnes autoentrepreneurs sont quant à elles plus sensibles au chargement du véhicule et sont plutôt disposées à la mobilité partagée, bien que relativement moins que le groupe précédent. De plus, les personnes vivant avec des enfants ont des exigences plus fortes sur les performances du véhicule et à la mobilité partagée et sont moins sensibles aux coûts. La préférence pour la fiabilité est négativement liée au nombre d'adultes et d'enfants dans le foyer (notamment lié à l'indicateur de capacité du véhicule).

La modélisation repose sur l'hypothèse que l'acceptabilité des véhicules automatisés est influencée par la sécurité perçue (notamment les inquiétudes à son égard) et par les distances parcourues en véhicule. Les analyses de corrélation entre les variables ont permis de valider l'hypothèse.

Les résultats statistiques ont mis en évidence que l'acceptabilité est négativement impactée par les inquiétudes vis-à-vis des véhicules automatisés. De plus, les distances parcourues en voitures sont négativement liées à l'acceptabilité, ce qui signifie que les personnes qui conduisent plus sont moins disposées à accepter les véhicules automatisés.

Par ailleurs, trois des variables latentes sont estimées comme ayant des effets statistiquement significatifs sur l'acceptabilité des véhicules automatisés et les inquiétudes déclarées de sécurité. Les individus qui sont sensibles au coût du véhicule sont beaucoup moins disposés à accepter les véhicules automatisés (ce qui n'est pas surprenant compte tenu du prix de la technologie). De plus, les résultats mettent en évidence qu'un changement d'une unité de la sensibilité au coût du modèle aurait des conséquences sur les cinq niveaux d'acceptabilité (échelle de Likert). En particulier, une augmentation d'un point de la sensibilité au coût diminuerait la probabilité des individus d'être totalement favorable aux véhicules automatisés (acceptabilité).

Les préférences déclarées de la fiabilité des véhicules et de la mobilité partagée peuvent réduire les inquiétudes du public concernant la sécurité de la technologie. Plus précisément, les personnes favorables à la mobilité partagée et à une bonne fiabilité des véhicules ne craignent pas la sécurité des véhicules d'un constructeur.

En ce qui concerne les variables exogènes, les résultats ont montré des tendances positives de l'emploi à plein temps sur l'acceptabilité et négatives du niveau d'éducation sur les inquiétudes de sécurité (plus les personnes sont diplômées, moins elles redoutent la technologie). Les caractéristiques de voisinage, représentées par la gratuité du stationnement influencent l'intention d'accepter les véhicules automatisés des individus. De manière intéressante, les personnes ayant accès à un stationnement gratuit se montrent moins enclins à accepter les véhicules automatisés (certainement en raison aux faibles bénéfices impliqués par le stationnement automatisé). Enfin, les interactions entre les membres du foyer pour choisir un véhicule sont négativement associées à l'acceptabilité et aux inquiétudes liées à la sécurité.

Conclusions

Malgré les premiers déploiements naissants et le développement progressif de la mobilité automatisée, l'étude montre que les usagers sont encore relativement peu enclins à accepter la technologie. En particulier, les inquiétudes liées au niveau de sécurité sont répandues et se présentent comme un frein à l'acceptabilité.

n. Psychological factors affecting potential users' intention to use autonomous vehicles. Huang. PLoS ONE. (2023)

Cet article s'intéresse à la modélisation de l'acceptabilité en ajoutant trois facteurs dans le modèle de l'acceptabilité de la technologie : la confiance perçue, la valeur perçue et enfin le plaisir perçu afin d'étudier l'influence de ces facteurs sur l'intention d'usage des usagers.

L'intérêt est porté sur l'acceptabilité d'une population étudiante chinoise.

Méthodologie

A partir de la littérature existante, un questionnaire a été construit afin de collecter les données liées à l'acceptabilité de 232 étudiants en Chine, entre février et mars 2021. L'échantillon était âgé en moyenne de 20 ans (variance faible d'un an), 42 % avait obtenu le permis de conduire, 32 % a déclaré avoir une réelle expérience de conduite et enfin tous avaient déjà entendu parler des véhicules automatisés.

Résultats

A noter que cet article a un fondement théorique important et utilise des méthodes analytiques afin de déterminer l'influence des paramètres ajoutés, de manière similaire à l'étude de Chen et al. en Australie. De ce fait, les détails statistiques ne sont pas décrits.

Les résultats montrent que le confort perçu, la confiance perçue et l'utilité perçue ont un impact positif direct sur les intentions d'usage. La valeur perçue, l'utilité perçue et la facilité d'usage perçue ont un impact positif direct sur les attitudes des usagers. En outre, la facilité d'usage perçue affecte directement l'utilité perçue.

Cette étude confirme l'influence de la confiance, de la motivation liée au plaisir et d'autres facteurs sur l'intention d'usage des véhicules automatisés. Ces derniers ont la possibilité d'accroître la confiance, du fait de l'absence de conducteur humain à bord, facteur le plus courant à l'origine des erreurs de conduite, dans la mesure où le véhicule automatisé se présente comme plus digne de confiance.

En outre, il existe une corrélation entre la confiance et l'expérience. En d'autres termes, une expérience riche peut renforcer dans une certaine mesure le sentiment de confiance des utilisateurs. L'expérience de la technologie d'automatisation renforce leur sentiment d'adaptabilité à la technologie et semble réduire la peur de l'utiliser. La confiance des utilisateurs dans la technologie est un processus dynamique qui s'améliore progressivement avec l'expérience de l'utilisateur.

Cette étude souligne également que le confort perçue affecte de manière significative l'intention d'usage. Les avantages du confort jouent un rôle important dans l'utilisation de l'automobile. Les conducteurs attachés à la conduite se montrent ainsi plus réticents à l'adoption des véhicules automatisés.

Les jeunes générations actuelles et futurs utilisatrices potentielles des véhicules automatisés, sont plus désireuses que leurs aînés d'expérimenter la technologie.

En percevant que les avantages obtenus grâce à l'utilisation d'une technologie sont supérieurs au freins induits par la valeur pécuniaire des véhicules automatisés, les utilisateurs considèrent la valeur perçue comme positive, ce qui influence leur attitude à l'égard de la technologie.

Cette étude montre par contre la relation entre la facilité d'usage perçue et l'intention d'usage est faible. Toutefois, en prenant certaines mesures pour améliorer la convivialité et l'utilisabilité du produit, les utilisateurs pourraient tirer une plus grande valeur, ce qui pourrait avoir un impact sur l'usage et l'acceptabilité.

Enfin, l'impact positif de l'utilité perçue sur l'attitude et l'intention d'usage a également été confirmé par l'étude. Le confort perçue a également un impact significatif sur les intentions des utilisateurs potentiels.

Conclusion

Cette étude s'inscrit dans la continuité des études analytiques sur la mise à jour ou l'amélioration des modèles d'acceptabilité en ayant la plus-value de se concentrer sur un public d'étudiants chinois, particulièrement averti de la technologie.

o. What Makes Passengers Uncomfortable in Vehicles Today? An Exploratory Study of Current Factors that May Influence Acceptance of Future Autonomous Vehicles. Mims et al. SAE International. (2023)

Cette étude a pour objectif de déterminer ce qui rend les véhicules inconfortables aux usagers dans l'optique de la future intégration des véhicules automatisés. Le point de vue de l'étude est non pas la détermination des facteurs de l'acceptabilité des usagers mais plutôt de faire un état des lieux des facteurs de l'inconfort dans une perspective de renseigner les aspects négatifs à prendre en compte dans la conception des nouveaux systèmes.

Méthodologie

L'étude s'est basée sur un public volontaire âgé de 18 ans dans le nord de l'état de Caroline du Nord et catégorisé en trois panels :

- 20 étudiants en deuxième année du cycle ingénieur, chargé de construire un concept de véhicule automatisé (âgés de 23 à 29 ans) ;
- 21 adultes non experts (âgés de 20 à 52 ans) ;
- 34 personnes âgées entre 62 et 87 ans, d'une organisation locale fournissant des services pour des personnes âgées de plus de 55 ans.

Les participants ont été recrutés à la fois à partir de la transmission de brochures ou d'entretiens en personne. Du fait de l'étude exploratoire menée, des entretiens structurés ont été utilisés de sorte à permettre aux participants de pouvoir partager des informations supplémentaires et plus riches. Les entretiens ont été réalisés en face à face. L'étude a été approuvée par le Comité d'éthiques de l'Université de Clemson.

Les réponses ont été données dans la perspective des véhicules actuels dans la mesure où les véhicules totalement automatisés ne sont pas encore disponibles au grand public et où il est difficile pour les participants de s'imaginer être passager d'un tel véhicule.

Les questions posées aux participants ont été des questions à réponse binaire (oui ou non). Les participants ont dû répondre à une liste de situations correspondant à l'explicitation de leur inconfort mesuré par rapport à un conducteur, au véhicule lui-même, à l'environnement de conduite. Les usagers ont également pu mettre en avant des avis développés à la fin de chaque série de questions.

Les réponses ont été regroupées par groupes de personnes afin de comparer les populations entre elles.

Résultats

Des analyses statistiques ont été réalisées pour s'assurer de la fiabilité des données et afin de mesurer les différences significatives entre les groupes.

Préférences entre conducteur et passager

La plupart des répondants ont déclaré préférer être en position de conducteur à 70 % parmi les étudiants en ingénierie, 76 % parmi le groupe adulte non expert et 82 % parmi le groupe de séniors. De manière générale, ce choix a été expliqué par le besoin d'avoir le contrôle du véhicule pour les publics non-experts et séniors, tandis que les étudiants ont déclaré apprécier la conduite.

Quelques participants ont déclaré préférer être passagers, la plupart du temps en raison d'un manque de confiance envers leur propre conduite, tandis que certains (en majorité chez les adultes non-experts et séniors) ont mis en avant préférer se consacrer à d'autres tâches comme regarder le paysage ou se détendre.

Inconfort en tant que passager

Parmi les trois groupes, la majorité des participants a déclaré se sentir inconfortable en tant que passagers d'un véhicule : 50 % chez les étudiants, 62 % chez les adultes et 74 % chez les séniors.

Parmi les principales raisons de cet inconfort a été cité l'inconfort du siège comme l'un des critères principaux chez les trois groupes. Les séniors se montrent par ailleurs inconfortables avec les fortes vitesses et le fait d'être à l'arrière du véhicule. Les adultes non-experts sont particulièrement inconfortables lorsque les réglages du véhicule ne sont pas adaptés (ventilation, température), et en moindre mesure par ce qui est lié aux notions de vitesse et de trafic. Enfin, les étudiants ingénieurs se sentent plus inconfortables avec ce qui a trait avec une mauvaise conduite (agressivité) et au confort global dans le véhicule (densité des passagers, position dans le véhicule).

Inconfort dû aux bruits

Face aux bruits pouvant être source d'inconfort, ce sont les personnes adultes non-expertes qui ont recensé y être le plus sensible (52 %) tandis que les jeunes et les séniors ont déclaré y être moins sensibles (45 % et 44 % respectivement). Les premiers ont déclaré être indisposés à la fois par les bruits provenant de l'intérieur et de l'extérieur du véhicule (vent, circulation routière) tandis que les deux autres l'étaient plutôt par les bruits intérieurs au véhicule (musique forte, conversations).

Inconfort dû à l'impossibilité de voir l'extérieur

Tous les groupes ont montré un inconfort vis-à-vis du fait de ne pas pouvoir voir l'extérieur : 75 % des étudiants, 76 % des adultes non-experts et 62 % des séniors.

Mal des transports

Les participants ont été interrogés sur le mal des transports et s'ils y étaient sensibles. Un plus petit groupe de seniors a déclaré être malade dans les transports, par rapport aux deux autres groupes, ce qui a été analysé comme une différence significative.

Inconfort dû au conducteur

Tous les participants ont déclaré être stressés ou inconfortables en raison de certains comportements du conducteur, par le biais du classement de certaines situations ou manœuvres. Pour les étudiants ingénieurs, ce sont la distraction du conducteur (95 %), la poursuite de véhicule trop proche (75 %) et le dépassement de tracteurs à deux remorques (75 %) qui ont été rapportés comme les principales raisons de l'inconfort dû au conducteur. Pour les adultes, de manière similaire les situations de poursuite trop proche (100 %) et de distraction (95 %), ainsi que les accélérations ou décélérations trop fortes (86 %) et le dépassement de tracteurs à deux remorques (86 %) ont été décrites comme inconfortables. Enfin et comme pour les deux autres groupes, les seniors se sont montrés inconfortables avec les conducteurs distraits (100 %), avec la poursuite de véhicule trop proche (88 %) et le dépassement de tracteurs à deux remorques (74 %).

Les conducteurs ont aussi eu la possibilité de décrire d'autres manœuvres avec lesquelles ils étaient inconfortables. Les étudiants ont rapporté le fait d'être passager dans des routes de montagne, les adultes non-experts ont rapporté les embardées et les seniors n'ont globalement pas rapporté d'autres comportements.

La notion de mauvais conducteur

Les participants ont été amenés à décrire la notion de mauvais conducteur. Les réponses obtenues sont très variables entre les groupes. Tous les groupes ont globalement rapporté le fait d'appuyer fréquemment sur la pédale de frein, la distraction et l'agressivité.

Inconfort en raison de l'environnement de conduite

Les marques de l'inconfort dû à l'environnement sont globalement marquées et partagées par les trois groupes par la distraction des autres conducteurs et le fait d'être suivi de trop près ainsi que les ralentissements ou décélération trop brusques. Les adultes et seniors ont également mis en avant les changements de voies, les insertions, les accélérations rapides, les dépassements (en particulier des tracteurs à deux remorques).

En ce qui concerne les conditions climatiques, sans surprises, tous les groupes ont rapporté des conditions climatiques défavorables (pluie, brouillard, verglas, pluie la nuit, neige, montagne). Des différences significatives ont également été relevées entre les groupes : les adultes étant plus inconfortables sur les routes en courbe et les étudiants étant plus confortables avec un trafic dense que les deux autres groupes.

Inconfort dû au véhicule

Tous les usagers se sont montrés inconfortables avec les odeurs désagréables à l'intérieur du véhicule (transpiration, animaux), avec les déchets, les odeurs de cigarette ou de nourriture, les fenêtres sales. De plus, les adultes non-experts et les seniors se sont montrés significativement plus dérangés par des défauts de luminosité (éclairage défaillant ou insuffisant). En particulier, les trois groupes se sont montrés plutôt inconfortables lorsque les feux de détresse sont activés.

Les usagers se sont également montrés dérangés par une trop forte ventilation, par une température trop fraîche ou trop chaude.

Enfin, en termes de typologies de véhicules préférées, les étudiants et les seniors ont opté pour les berlines, les non-experts pour les SUV de taille moyenne à large.

En ce qui concerne la position dans le véhicule, les répondants ont eu à donner le positionnement avec lequel ils étaient le plus inconfortables : les étudiants ont déclaré les sièges du fond dans un minibus ou dans un SUV (troisième rang) ainsi que la position du milieu entre deux sièges ; pour les deux autres groupes, ce sont les sièges arrière d'un véhicule à trois portières ainsi que le lit d'un camion.

Conclusion

Globalement, les usagers mettent en évidence qu'ils sont particulièrement inconfortables, toutes catégories d'usagers confondues, avec les conducteurs distraits et ne respectant que trop sommairement le code de la route, adoptant une conduite agressive. De manière non surprenante, en cas de conditions météorologiques défavorables et la nuit, les usagers se montrent inconfortables. Il est ainsi intéressant de noter que l'automatisation de la conduite semble pouvoir apporter une réponse adaptée aux principales causes de l'inconfort des usagers.

Il est intéressant de noter que l'intérieur même du véhicule peut être source d'inconforts majeurs, la qualité du trajet ne se limitant pas à la conduite ni à l'environnement mais la considération de la nature de l'espace partagé est partie intégrante du confort ressenti du trajet. De ce fait, cette étude montre que l'automatisation dans le cadre des services de transport routier automatisés est intimement liée à la composante servicielle en lien avec le confort usager.

p. Analysis of Australian public acceptance of fully automated vehicles by extending technology acceptance model. Chen et al. Case Studies on Transport Policy. Elsevier. (2023)

En étendant le modèle de l'acceptabilité de la technologie (TAM) à l'analyse des impacts de la confiance et de la propriété des données, les auteurs cherchent à évaluer les intentions comportementales d'utiliser les véhicules automatisés en Australie.

Hypothèses de développement et extension du modèle d'acceptabilité de la technologie

Cette étude repose sur l'intégration de deux facteurs supplémentaires dans le modèle de l'acceptabilité de la technologie : la confiance et la propriété des données. Il a en effet été montré que ces deux facteurs peuvent influencer l'adoption des véhicules automatisés. Des études antérieures ont également montré que la confiance et la propriété des données étaient des variables jouant un rôle sur l'acceptabilité et en particulier l'adoption des véhicules automatisés.

Plus généralement, l'usage de la technologie est un facteur critique qui mesure l'acceptabilité, cependant non évaluable lorsque celle-ci n'existe pas. C'est pourquoi, l'intention comportementale peut être utilisée comme facteur clef de l'acceptabilité, en cohérence avec des travaux précédents ayant mis en avant les relations entre l'intention d'usage et l'intention comportementale.

L'intention d'adoption des usagers se mesure par leurs attitudes, mesurées de façon positive ou négative vis-à-vis de la technologie (ici les véhicules automatisés). L'intention d'usage est mesurée de manière subjective par le facteur de l'utilité perçue, dans la mesure de la manière dont la technologie répondra aux attentes des usagers. La facilité d'usage est liée au fait que la technologie demandera ou non des efforts à son usage (et à son appropriation) et est considérée de fait comme ayant une influence positive sur l'attitude et l'utilité perçue. La confiance perçue est définie comme l'extension des considérations autour de la fiabilité et de la confiance que l'on peut accorder à la technologie. La confiance perçue a démontré avoir des impacts directs sur l'intention comportementale, et en particulier sur la facilité d'usage perçue. La protection des données perçue caractérise les craintes des usagers à propos des données et des déplacements personnels. Les hypothèses que la protection des données perçue influence positivement la confiance, l'utilité perçue, la facilité d'usage et les attitudes des usagers envers les véhicules automatisés. Enfin, l'intention comportementale est supposée influencer positivement par les premiers déploiements. De plus, celle-ci peut être influencée à son tour positivement par l'utilité perçue et les attitudes.

Méthodologie

Une enquête en ligne a été construite via l'entreprise Qualtrics afin de recueillir les opinions de citoyens australiens. Un total de 809 participants a été obtenu, représentatif de la population australienne de plus de 18 ans. Les données ont été récoltées entre mi-octobre 2022 et mi-novembre 2022. L'enquête a été approuvée par le Comité universitaire d'éthiques en recherche humaine. Les participants ont été recensés dans plusieurs Etats d'Australie : Nouvelle-Galles du Sud (33 %) et Victoria (26 %), Queensland (20 %). La distribution hommes-femmes est équitable et en termes d'âge, une majorité de jeunes (25-34 ans) (21 %) est représentée, suivie de la tranche d'âge des 45-54 ans (18 %) et enfin des 35-44 ans (17 %).

Les informations sociodémographiques ont révélé que la plupart des répondants étaient titulaires d'un diplôme d'études supérieures ou équivalent (46 %) ; 68 % ont déclaré que la voiture particulière était leur premier mode de déplacement (notamment pour les déplacements domicile-travail) et près de 31 %, respectivement 36 %, ont déclaré qu'ils passaient entre 10 et 20 minutes de temps de trajet, respectivement entre 5 et 7 minutes par semaine, dans leur véhicule particulier.

Les questions de l'enquête ont été posées en lien au niveau d'automatisation le plus élevé : l'automatisation totale, c'est-à-dire sans présence d'un conducteur ou d'un humain dans la boucle pour contrôler le véhicule. Une description brève des véhicules automatisés a été donnée aux participants et leur circulation sur les routes ouvertes à la circulation publique a été estimée dans les 10 à 15 prochaines années. Les activités autres que la conduite ont été présentées comme la possibilité de se reposer, de travailler ou simplement de profiter de l'environnement extérieur.

Le questionnaire a été utilisé pour comprendre la perception des répondants vis-à-vis des véhicules automatisés et de leurs choix modaux dans différentes situations. Celle-ci a été construite en collaboration avec trois chercheurs et deux industriels afin de recueillir leurs retours avant de diffuser l'enquête.

Le questionnaire était constitué de quatre parties, commençant par les caractéristiques sociodémographiques, suivi des préférences de choix modaux dans des situations hypothétiques, de la perception des véhicules automatisés et enfin des motivations à les utiliser.

Les six variables mesurées sont les suivantes, comme présentées :

- la confiance perçue,
- la facilité d'usage perçue,
- l'utilité perçue,
- la protection des données privées perçue,
- les attitudes,
- l'intention comportementale.

Une analyse factorielle combinatoire a été réalisée pour évaluer la modélisation des équations structurelles. Une procédure de bootstrap à partir de 1000 sous-échantillons a également été implémentée pour évaluer la significativité du modèle théorique construit.

Résultats

La pertinence statistique du modèle a été évaluée.

En termes de résultats sur les variables considérées, le modèle a mis en avant que l'utilité perçue est positivement liée à l'attitude envers les véhicules automatisés ; que la facilité d'usage perçue a un impact positif sur l'utilité perçue ; que la facilité de l'usage perçue a un impact positif sur les attitudes ; que la confiance perçue a un effet positif significatif sur la facilité de l'usage perçue, ce qui prouve indirectement que la confiance perçue a un effet significatif positif sur les attitudes.

La protection des données et en particulier les inquiétudes à son égard ont des impacts significatifs positifs sur la confiance perçue, sur la facilité d'usage perçue et sur l'utilité perçue. De plus, les inquiétudes liées à la protection des données ont un impact positif sur les attitudes. Et comme attendu, les résultats montrent que l'utilité perçue et l'attitude concernant l'usage des véhicules automatisés ont un impact positif sur les intentions comportementales.

Les résultats ont également cherché à tester la médiation entre la confiance perçue et la facilité d'usage perçue et l'utilité perçue, la protection des données perçue, les attitudes et l'intention comportementale par la méthode du bootstrap. Cette méthode, consistant à répéter le modèle sur un nombre statistiquement pertinent de fois (ici 1000), a l'objectif de séparer les effets directs et d'identifier les effets médiateurs entre les variables. Les résultats indiquent que la confiance perçue a un impact significatif sur l'intention comportementale. De la même manière, la facilité d'usage perçue, les attitudes et l'utilité perçue ont une médiation sur la confiance perçue et l'intention comportementale. De plus, la protection des données perçue a un impact sur l'intention d'usage avec une médiation totale de l'attitude, de la facilité d'usage perçue, de la

confiance perçue et de l'usage perçu. Enfin, l'utilité perçue a un impact significatif sur l'intention comportementale avec une médiation partielle de l'attitude.

Les effets de l'âge sur les variables et leurs implications ont été analysés. Les résultats mettent en avant que les effets des attitudes sur l'intention comportementale sont statistiquement significatifs et plus forts sur le groupe des jeunes (18-24 ans) que sur le groupe des personnes âgées (75-85 ans). Cependant, les effets de l'utilité perçue sur l'attitude et sur l'intention d'usage ont été significativement plus faibles en comparaison entre les deux groupes. De plus, les effets de la protection des données perçue sur la confiance perçue et sur l'utilité perçue ont été significatifs mais plus faibles en comparant les groupes 25-34 ans et 65-74 ans ; par ailleurs, la comparaison entre ces deux groupes a montré des effets plus forts de la facilité d'usage perçue sur les attitudes. En termes de revenus, les impacts de l'attitude sur l'intention comportementale ont été significatifs et plus faibles entre les groupes de revenus suivants : moins de \$3000 et entre \$5000-\$7000 par mois et entre \$3000-\$5000 et \$5000-\$7000 (revenus mensuels).

Conclusion

Les deux variables originelles du modèle de l'acceptabilité de la technologie (utilité perçue et facilité d'usage perçu) affectent significativement les attitudes, ce qui montre que le modèle proposé a la capacité de modéliser les comportements de l'acceptabilité des véhicules automatisés. Les résultats mettent en lumière l'effet médiateur de la confiance perçue sur la protection des données perçues. De plus, les attitudes sont un médiateur de l'utilité perçue sur l'intention comportementale. Le modèle met également en avant que l'intention comportementale est impactée par l'attitude et l'utilité perçue et a un rôle sur l'acceptabilité des véhicules automatisés. Enfin, la confiance est bien identifiée comme un prédicteur majeur de l'intention d'usage. De fait, la variable ajoutée sur la protection des données ressort comme ayant plus d'impact sur l'acceptabilité des véhicules automatisés que l'utilité perçue et la facilité d'usage perçu.

Cette étude a souligné l'importance de la perception de la protection des données en prévision des systèmes en cours de développement et des politiques en cours d'élaboration. L'importance de la confiance perçue est affirmée et montre l'importance que joue la confiance a priori sur l'adoption des systèmes. En outre, l'importance de la réglementation à venir et de la confiance des usagers au système de protection des données est mise en valeur par les résultats de cet article.

q. Understanding Intention to Use Conditionally Automated Vehicles in Thailand, Based on an Extended Technology Acceptance Model. Sakuljado. Sustainability. (2022)

Cette recherche s'intéresse à l'acceptabilité des usagers à travers une extension du modèle sur l'acceptabilité de la technologie (TAM) en Thaïlande. L'étude se focalise sur l'intention d'usage des véhicules partiellement automatisés.

Méthodologie

Le modèle proposé intègre les composantes liées à la confiance, aux risques perçus et aux inquiétudes environnementales, parmi les six facteurs explicatifs choisis : intention d'usage, facilité de l'usage perçu, utilité perçue, confiance, risque perçu, inquiétudes environnementales. Les réponses ont été données selon une échelle de Likert en cinq points croissante positive.

Un total de 299 participants a été interrogé via une enquête en ligne en Thaïlande. Le questionnaire était divisé en quatre sections : informations générales sur les répondants, informations sur les habitudes de conduite, étude des facteurs psychologiques et croyances sur les véhicules automatisés. Chaque répondant a passé en moyenne sept minutes à remplir le questionnaire.

L'enquête s'est concentrée uniquement sur les véhicules partiellement automatisés. Avant de répondre au questionnaire, une vidéo explicative sur les véhicules automatisés et en particulier sur le niveau d'automatisation partiel a été présenté aux participants.

Le panel de répondants était constitué de 55 % d'hommes et 45 % de femmes, âgés entre 18 et 64 ans dont 31 % entre 21 et 29 ans et 26 % entre 30 et 39 ans. 76 % des répondants avaient un niveau d'étude correspondant à une licence universitaire. 94 % ont déclaré avoir déjà entendu parlé et avoir reçu des informations sur les véhicules automatisés auparavant tandis que 53 % n'avaient jamais expérimenté de

système d'aide à la conduite. Enfin, parmi les répondants, 20 % conduisent tous les jours et 16 % ne conduisent pas du tout, 72 % possèdent au moins deux véhicules.

Les analyses statistiques ont inclus une analyse des facteurs explicatifs, une analyse des facteurs confirmés et les équations structurelles du modèle.

Résultats

Les analyses statistiques ont mis en évidence les conclusions suivantes :

- l'utilité perçue n'a pas d'influence positive significative sur l'intention d'usage des véhicules partiellement automatisés ;
- la facilité de l'usage perçue influence positivement l'intention d'usage ;
- la facilité de l'usage perçue influence positivement l'utilité perçue ;
- la confiance affecte positivement l'intention d'usage ;
- la confiance affecte positivement l'utilité perçue ;
- la confiance affecte positivement la facilité de l'usage perçue ;
- le risque perçue n'a pas d'influence négative significative sur l'intention d'usage ;
- les inquiétudes environnementales n'ont pas d'influence positive significative sur l'intention d'usage ;
- les inquiétudes environnementales n'ont pas d'influence positive significative sur l'utilité perçue.

Conclusion

Cette étude montre que l'intention d'utiliser des véhicules partiellement automatisés est fortement influencée par la confiance, suivie par la facilité d'usage perçue. De plus, il a été constaté que la confiance affecte la facilité d'usage perçue et l'utilité perçue.

r. Autres références

- *The Social Perception of Autonomous Delivery Vehicles Based on the Stereotype Content Model. Pröbster et al. Sustainability. (2023)*

L'article se concentre sur l'acceptabilité de la livraison automatisée en particulier sur la livraison du dernier kilomètre. L'étude se base sur le modèle du contenu stéréotypé, permettant d'évaluer comment différents groupes sociaux sont perçus lors de l'utilisation de véhicules de livraison automatisée. A partir de l'analyse des dimensions de la compétence et de la motivation hédonique, les auteurs déterminent les combinaisons entre le groupe stéréotypé et l'acceptabilité.

L'acceptabilité fait l'objet d'études et d'analyses théoriques ayant pour objectifs de modéliser ses composantes (facteurs) ainsi que les relations de corrélation à partir de données récoltées auprès du public. Jusqu'à présent, la recherche académique s'intéressait aux usagers dans leur globalité afin de construire des modèles permettant d'évaluer l'acceptabilité et s'intéressaient peu voire rarement à certaines catégories d'usagers afin d'en extraire les spécificités et leurs besoins.

La partie suivante s'intéresse à l'acceptabilité de certaines catégories d'usagers pour en déterminer les spécificités et les besoins particuliers.

5. Adresser l'acceptabilité de certaines catégories d'utilisateurs (genre, âge, utilisateurs vulnérables dont cyclistes)

Avant de considérer des catégories particulières d'utilisateurs, réfléchir à la manière de s'intéresser à une catégorie d'utilisateurs particulière peut être déterminante dans les résultats obtenus. En particulier, les approches permettant d'appréhender les passagers/utilisateurs extérieurs, automobilistes/piétons, jeunes/personnes âgées nécessitent de s'intéresser aux utilisateurs, aux usages et aux besoins potentiels en amont de l'évaluation de l'acceptabilité.

En ce sens, l'étude suivante introduit le propos.

s. Towards the development of an instrument for the assessment of road user automated vehicle acceptance: A pyramid of user needs of automated vehicles. Nordhoff et al. Preprint. (2023)

Cette étude propose une nouvelle approche méthodologique pour l'évaluation de l'acceptabilité des utilisateurs avant et après une expérimentation de véhicules routiers automatisés. Les utilisateurs peuvent se trouver aussi bien à l'intérieur du véhicule qu'à l'extérieur. À l'intérieur sont inclus les passagers, les conducteurs, les opérateurs de sécurité. À l'extérieur sont inclus les autres utilisateurs en interaction avec le véhicule automatisé comme les piétons, les cyclistes et les autres automobilistes.

Cette étude s'est intéressée au développement d'une pyramide présentant une hiérarchie des besoins des utilisateurs, les besoins fondamentaux étant situés à la base et les besoins de haut niveau en pointe, permettant de distinguer six niveaux de besoins.

Objectifs

L'instrument développé dans cette étude a pour objectif de pouvoir être implémenté dans les études à travers des groupes d'utilisateurs. Il contient également une partie variable adaptée aux besoins de chaque catégorie d'utilisateurs. Les besoins sont intégrés dans un modèle pyramidal à partir des besoins décrits par la revue de littérature.

Les facteurs qui se retrouvent traditionnellement dans la revue de littérature lorsqu'il s'agit de décrire les bénéfices des véhicules automatisés sont les suivants : la sécurité, la confiance, l'efficacité, le confort et le plaisir, l'influence sociale, le bien-être.

L'étude a ainsi organisé les besoins identifiés dans l'acceptabilité des véhicules automatisés selon un modèle pyramidal établissant une hiérarchie, des plus fondamentaux à la base aux plus conceptuels en pointe.



Figure 33 : Modèle pyramidal de hiérarchisation des besoins de l'acceptabilité des utilisateurs

Ces besoins sont traduits en indicateurs opérationnels qui témoignent de l'applicabilité de ces indicateurs aux usagers de la route.

Tableau 11 : Vue d'ensemble des indicateurs généraux et pertinence pour chacune des catégories d'usagers

Besoin	Indicateur	Utilisateurs de la route					
		Conducteur	Passager	Conducteur poids-lourd	Autre conducteur	Piéton	Cycliste
Sécurité	Arriver en sécurité	X	X	X	X	X	X
	Se sentir en sécurité	X	X	X	X	X	X
Confiance	Avoir confiance dans les VA	X	X	X	X	X	X
	Plus attentif	X	X	X	X	X	X
	Etre satisfait	X	X	X	X	X	X
	Les VA sont fiables	X	X	X	X	X	X
	Se sentir à l'aise pour confier des proches aux VA	X	X	NA	X	X	X
	Craindre la perte de contrôle	X	X	X	X	X	X
	Etre détecté par les VA	NA	NA	X	X	X	X
Efficacité	Meilleur conducteur	X	X	X	X	X	X
	Plus utile	X	X	X	X	X	X
	Rendre le voyage plus facile	X	X	X	X	X	X
	Atteindre chaque destination plus rapidement	X	X	X	X	X	X
	Faire face aux embouteillages	X	X	X	X	NA	X
	Réduire les coûts de trajet	X	X	X	X	NA	X
	Aide au stationnement	X	NA	X	X	NA	NA
	Meilleur pour l'environnement	X	X	X	NA	X	X
Confort et plaisir	Arriver plus confortablement	X	X	X	X	X	X
	Plus agréable	X	X	X	X	X	X
	Conduire fatigué	X	X	X	X	X	X
	Utiliser le VA en conditions météo difficiles	X	X	X	X	X	X

	Utiliser le temps de transport pour activités de loisirs	X	X	X	X	X	X
	Réduire le mal des transports	NA	X	NA	NA	NA	NA
Influence sociale	Influence sociale	X	X	NA	X	X	X
Bien-être	Se sentir mieux	X	X	X	X	X	X
	Meilleure conscience de l'environnement	X	X	X	X	X	X
	Rendre la conduite moins stressante	X	X	X	X	X	X
	Rendre la conduite plus relaxante	X	X	X	X	X	X
	Arriver moins fatigué	X	X	X	X	X	X
	Réduire l'agressivité sur la route	X	X	X	X	X	X
Acceptation	Passer du train ou de l'avion à la voiture lors de voyages plus longs	NA	NA	X	X	X	X
	Prévoir d'utiliser	X	X	X	X	X	X
	Intention d'utiliser	X	X	X	X	X	X
	Acheter un VA	X	X	X	X	NA	NA
	Effectuer plus de trajets quotidiens avec un VA	X	X	NA	NA	NA	NA
	Effectuer plus de trajets longue distance avec un VA	X	X	NA	NA	NA	NA
	Moins utiliser les transports publics	X	X	NA	X	X	X
	Moins voyager en présence des VA	NA	NA	NA	X	X	X

Conclusion

Cette étude propose ainsi une nouvelle approche méthodologique afin d'évaluer l'acceptabilité depuis la perspective d'une catégorie d'usagers, à l'intérieur et à l'extérieur des véhicules. La pyramide contient à sa base les composantes liées à la sécurité et à la confiance comme besoins fondamentaux de l'acceptabilité. Une fois que ces deux premiers besoins sont satisfaits arrivent les besoins liés à l'efficacité, suivis de ceux du confort et du plaisir à l'intérieur du véhicule. Puis l'influence sociale, qui caractérise l'appréciation sociale de l'utilisation des véhicules automatisés, représente le besoin des usagers après les plus fondamentaux. Arrive en dernière position comme le besoin ultime une fois que les autres besoins sont satisfaits, le bien-être, et représente le sentiment des usagers dans leurs interactions avec les véhicules automatisés.

Le transfert en indicateurs opérationnels permet d'adapter l'applicabilité aux typologies d'utilisateurs, en particulier lors d'analyse sur des catégories spécifiques. Le questionnaire est en attente de validation par la mise en pratique, en particulier dans son application à des cas de comparaison de l'acceptabilité avant et après l'expérimentation.

t. **Gender and age differences in the anticipated acceptance of automated vehicles: insights from a questionnaire study and potential for application.** Weigl et al. *Gender, Technology and Development*. (2022)

Cet article s'intéresse aux différences de l'acceptabilité des véhicules automatisés selon le genre et l'âge et la construction associée aux changements technologiques imputés à l'introduction de véhicules conditionnellement à totalement automatisés (référence aux niveaux SAE 3 et 5¹⁵) sur un échantillon allemand.

Méthodologie

Les auteurs se sont basés sur un questionnaire conçu pour répondre aux deux questions suivantes :

- Comment le genre et l'âge influencent les attitudes et les préférences à l'égard des véhicules automatisés, rapportées par des indicateurs mesurant les aspects positifs et les inquiétudes ainsi que les tâches autres que la conduite pour les véhicules respectivement partiellement et totalement automatisés ?
- Comment le genre et l'âge influencent les attitudes et les préférences rapportées, mesurées par les facteurs d'adoption anticipée et de durabilité ?

Un total de 351 femmes et 374 hommes (725 personnes) a été interrogé dans toute l'Allemagne. Les entretiens se sont déroulés en personnes majoritairement et marginalement (10 %) par téléphone ou par mail. Les répondants sont pour la plupart issus de l'université technique d'Ingolstadt et de l'université catholique de Eichstätt-Ingolstadt ainsi que différentes maisons de retraite afin de construire un échantillon équilibré selon les genres et les âges. Le panel est représentatif de la socio démographie du pays.

Les participants sont répartis en âge selon sept catégories, dont la moyenne d'âge est de 48 ans pour les femmes et 46 pour les hommes. La répartition des âges et des genres est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Taille des échantillons par genre et selon les sept tranches d'âge

Years	18–24	25–34	35–44	45–54	55–64	65–74	75+	
Female	78	44	24	57	51	72	25	351
Male	80	68	25	48	63	52	38	374
	158	112	49	105	114	124	63	725

Tous les participants étaient détenteurs du permis de conduire.

Parmi les répondants, 31 vivaient en campagne, 145 dans une petite ville ou un village, 145 proche d'une ville et 402 en ville. En termes de mobilité, 132 utilisaient les transports publics pour leurs loisirs et 130 dans leur vie quotidienne ; 279 utilisaient le vélo comme moyen de transport de loisir et 156 pour leurs déplacements quotidiens ; 61 utilisaient le covoiturage et en moyenne, les répondants parcouraient 13500 km par an.

Le questionnaire sur l'acceptabilité de la mobilité automatisée :

Le questionnaire construit permet de mesurer l'acceptabilité anticipée potentielle de la mobilité automatisée dans le contexte de véhicules automatisés. Il comprend 41 items répartis en trois parties :

- des questions générales (8 items)

¹⁵ Les définitions de l'automatisation prises dans cet article sont basées sur les définitions SAE et ne correspondent pas exactement aux définitions du décret français.

- des questions sur les véhicules partiellement automatisés (16 items)
- des questions sur les véhicules totalement automatisés (17 items).

Les deux sous-parties sur les véhicules automatisés sont structurés en trois typologies de facteurs :

- les aspects positifs des véhicules automatisés (*ex : je pense que les véhicules conditionnellement automatisés vont accroître la sécurité routière*),
- les aspects relevant de l'inquiétude vis-à-vis des véhicules automatisés (*ex : je vais perdre mon plaisir de conduite dans un véhicule conditionnellement automatisé*),
- les activités autres que la conduite (*ex : je travaillerais dans un véhicule conditionnellement automatisé pendant la conduite*).

La sous-partie sur les questions générales intègre des questions relatives à :

- l'adoption anticipée (*ex : je m'informe régulièrement sur les nouvelles innovation technologiques*),
- la durabilité (*ex : j'achèterais un véhicule automatisé uniquement si cela ne nuira pas à l'environnement*).

Les questions sont codées positivement (excepté 4 questions) sur une échelle de Likert de 0 (pas du tout d'accord) à 10 (totalement d'accord).

Les répondants ont eu une introduction aux véhicules automatisés avant que le questionnaire leur soit administré. Le tableau des niveaux d'automatisation leur a été présenté ainsi que des explications détaillées sur les niveaux 3 et 5. L'étude a duré entre 10 et 30 min par personne, en fonction généralement de l'âge des répondants.

Analyses statistiques

Le questionnaire a été approuvé par le comité d'éthique de l'université catholique de Eichstätt-Ingolstadt en 2018 et il a été évalué comme fiable statistiquement.

Les variables relatives aux aspects positifs, négatifs et aux autres activités que la conduite ont été considérées indépendantes. Les variables relatives à l'adoption anticipée et à la durabilité ont été considérées corrélées.

Une analyse multivariée des variances a été appliquée pour répondre à l'influence de l'âge et du genre pour tester les trois variables indépendantes (question 1).

Une analyse uni-variée des variances a été appliquée pour répondre à l'influence de l'âge et du genre pour tester les deux variables corrélées (question 2).

Résultats

Influence du genre et de l'âge dans l'adoption anticipée des véhicules automatisés

Les résultats mettent évidence une différence significative entre les deux genres indiquant que les femmes attribuent des notes plus faibles pour les facteurs liés aux aspects positifs et aux autres activités que la conduite, tandis qu'elles attribuent en moyenne des notes plus élevées pour les facteurs d'inquiétude, à la fois pour les véhicules conditionnellement et totalement automatisés.

Des différences significatives ont également été observées entre les tranches d'âge pour les trois facteurs pour ce qui est de la conduite conditionnellement automatisée et entre seulement deux facteurs (aspects positifs et autres activités que la conduite) pour le cas des véhicules totalement automatisés. Les résultats montrent que les groupes correspondant aux tranches d'âge les plus jeunes attribuent de meilleures notes aux facteurs liés aux aspects positifs et aux autres activités que la conduite que les groupes correspondant aux plus âgés. Par ailleurs, les différences sur les aspects d'inquiétude sont statistiquement significatives uniquement entre les plus jeunes (25-34 ans) et les plus âgés (+75 ans).

Les figures suivantes montrent que les répondants âgés de plus de 45 ans sont moins enclins à être intéressés par des activités autres que la conduite que les plus jeunes.

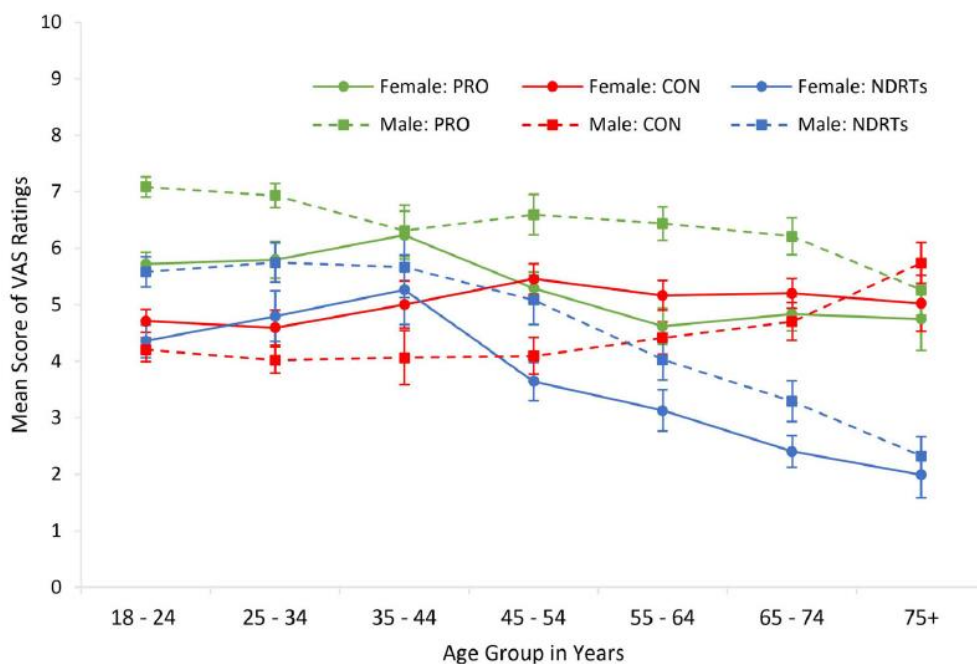


Figure 34 : Conduite conditionnellement automatisée : moyennes et erreurs statistiques pour les trois facteurs indépendants comme fonction du genre et de l'âge [PRO : aspects positifs ; CON : inquiétudes ; NRDTs : autres activités que la conduite].

La figure suivante met en avant des différences significatives entre les genres pour les tranches d'âge 45-54 et 55-64 ans en ce qui concerne les aspects négatifs, les femmes présentant de plus grandes inquiétudes que les hommes. Cette différenciation est inversée pour les plus âgés¹⁶ (+75 ans), catégorie pour laquelle les hommes présentent une inquiétude légèrement plus forte, que ce soit pour les véhicules conditionnellement ou totalement automatisés.

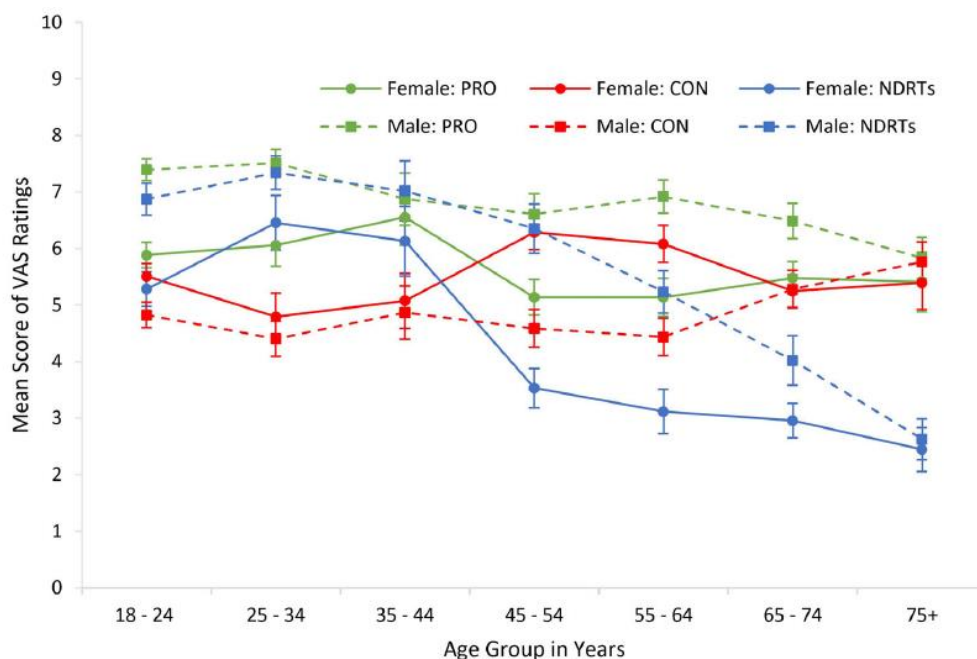


Figure 35 : Conduite totalement automatisée : moyennes et erreurs statistiques pour les trois facteurs indépendants comme fonction du genre et de l'âge [PRO : aspects positifs ; CON : inquiétudes ; NRDTs : autres activités que la conduite].

¹⁶ Néanmoins à prendre avec précautions, compte tenu des indicateurs statistiques faibles de ce résultat.

Influence du genre et de l'âge dans l'adoption anticipée et durable des véhicules automatisés

Les résultats de la figure suivante mettent en évidence que les femmes montrent un niveau d'adoption anticipée plus faible que les hommes. En outre, considérant l'âge, les personnes les plus âgées montrent un niveau d'adoption plus faible que les personnes les plus jeunes.

En ce qui concerne la durabilité, aucune différence significative n'a été remarquée entre les groupes d'âge et le genre.

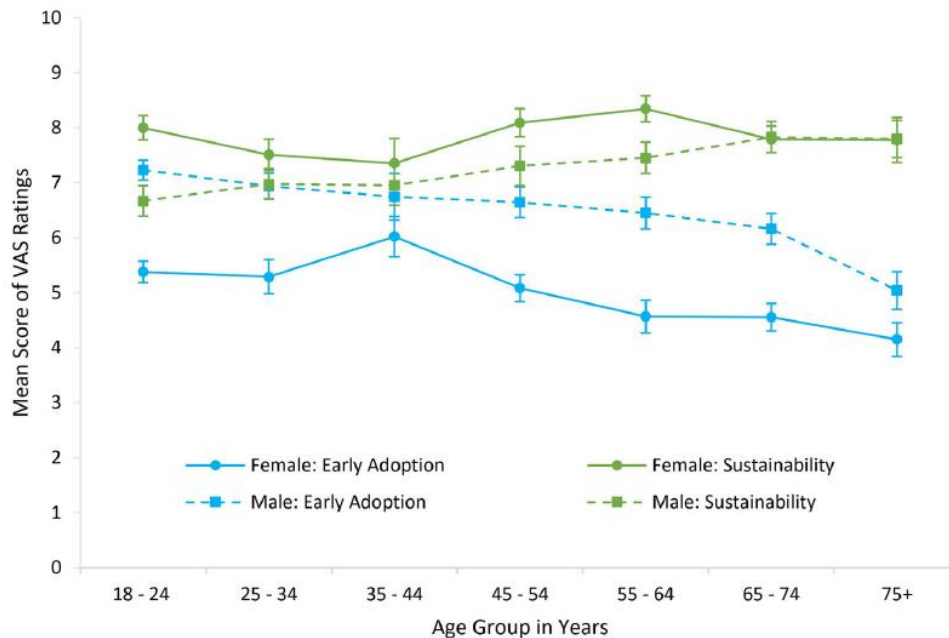


Figure 36 : Questions générales : moyennes et erreurs statistiques pour les deux facteurs d'adoption anticipée et de durabilité comme fonction du genre et de l'âge.

Ces résultats restent à conforter par d'autres études. Par ailleurs, les auteurs mettent en exergue que les technologies commerciales développées par les constructeurs automobiles pour rendre attractifs les véhicules automatisés devraient tenir compte des distinctions selon l'âge et le genre. Par exemple, les constructeurs et concessionnaires automobiles devraient être attentifs au fait que les personnes âgées de plus de 45 ans se montrent moins intéressées par les activités autres que la conduite, quand ils présentent les véhicules automatisés comme un bureau mobile. Les personnes les plus âgées pourraient être intéressées par d'autres avantages comme le fait de pouvoir conserver sa mobilité avec son véhicule personnel alors qu'ils ne sont plus en capacité de conduire (véhicules totalement automatisés). Dans la mesure où les plus âgés ont souvent un plus gros pouvoir d'achat, tenir compte de ces distinctions pourraient bénéficier aux vendeurs et concessionnaires.

Pour aller plus loin, les auteurs partagent l'intérêt de reconduire cette enquête sur l'échantillon dans quelques années lorsque l'intégration de véhicules automatisés sera plus répandue. De plus, la partie du questionnaire sur la durabilité environnementale, encore peu détaillée pourrait être développée et étayée par de nouveaux facteurs à mesure que la technologie autour de la conduite automatisée progresse.

La pluralité des résultats entre différents pays, en particulier comparée aux pays émergents, pourra être une donnée intéressante pour comprendre les mécanismes sous-jacents au développement des véhicules et de la mobilité automatisés.

u. Acceptance of self-driving cars among the university community: Effects of gender, previous experience, technology adoption propensity, and attitudes toward autonomous vehicles. Högye-Nagy et al. Transportation Research Part F. (2023)

L'objectif de cette étude a été d'enquêter les effets des attitudes envers les véhicules automatisés et la propension de l'adoption de la technologie liée à l'automatisation. Les différences liées au genre et le niveau de connaissance (précédentes expériences) ont été examinées.

Méthodologie

L'étude a été réalisée sur des étudiants de deux universités hongroises : université de Debrecen et université Széchenyi István à Győr. Les participants ont été recrutés via des communications sur les plateformes des universités et les comptes Facebook de celles-ci.

Un total de 1273 participants a été retenu, âgés d'au moins 18 ans et titulaires du permis de conduire, parmi lesquels 39 % de femmes et 62 % d'hommes. La distribution des âges est étalée entre 18 et 74 ans, avec une majorité de jeunes adultes. Près de 60 % des répondants étaient des étudiants, 29 % des membres du personnel (ou enseignants, représentant moins de 1 %). Certains répondants ont déclaré avoir été en situation d'activité, non nécessairement en lien avec l'université par ailleurs.

En termes de statistiques relatives au permis de conduire, l'échantillon était relativement hétérogène, avec en moyenne un permis détenu depuis 8 ans et une plage s'étalant entre 0 et 47 ans. De plus, 38 % des répondants conduisait plus de 50 km par semaine, 27 % jusqu'à 150 km et 35 % plus de 200 km.

Un ensemble de questions et d'échelles psychologiques a été utilisé via Google Forms, construits à partir des adaptations hongroises de l'échelle d'acceptabilité du véhicule autonome et de la propension d'adoption de la technologie.

Une partie du questionnaire avait pour objectif de récolter des informations sociodémographiques sur les participants, une autre sur leur expérience de conduite ainsi que sur leurs connaissances et leur intention d'usage de la mobilité automatisée. Cette dernière partie a été mesurée sur une échelle de Likert en sept points de 1 « certainement pas » à 7 « très certainement ».

Les attitudes envers les véhicules automatisés ont été mesurée grâce à l'échelle hongroise en 15 questions réparties en quatre facteurs (bénéfices d'usage, bénéfices de situations, inquiétudes en matière de points communs et inquiétudes sur le système), les réponses soumises selon la même échelle de Likert en sept points.

L'acceptabilité en général a été mesurée suivant l'échelle hongroise de la propension d'adoption de la technologie en trois parties (compétence, dépendance et optimisme), toujours par rapport à l'échelle de Likert en sept points.

Résultats

L'analyse des facteurs a été réalisée par la méthode des moindres carrés.

Une analyse en composantes principales a été réalisée sur les trois items de l'acceptabilité des véhicules automatisés, la composante principale expliquant 74 % de la variance des variables.

Globalement, les aspects positifs des attitudes envers les véhicules automatisés, la dépendance et la compétence montrent une corrélation positive de l'acceptabilité, alors que les aspects négatifs des attitudes montrent des corrélations négatives avec l'acceptabilité des véhicules automatisés.

En ce qui concerne la distinction entre les sexes, les hommes semblent présenter moins d'inquiétudes envers les véhicules automatisés et percevoir des bénéfices plus importants. Les hommes se jugent également comme plus compétents en ce qui concerne les nouvelles technologies et plus optimistes que les femmes. De plus, les hommes montrent une acceptabilité plus élevée que les femmes pour le véhicule automatisé, de manière significative.

De manière significative également, une différence a été perçue entre les répondants suivant qu'ils aient ou non une expérience passée avec les véhicules automatisés : les personnes ayant des connaissances et expériences passées ayant un niveau d'acceptabilité plus élevé.

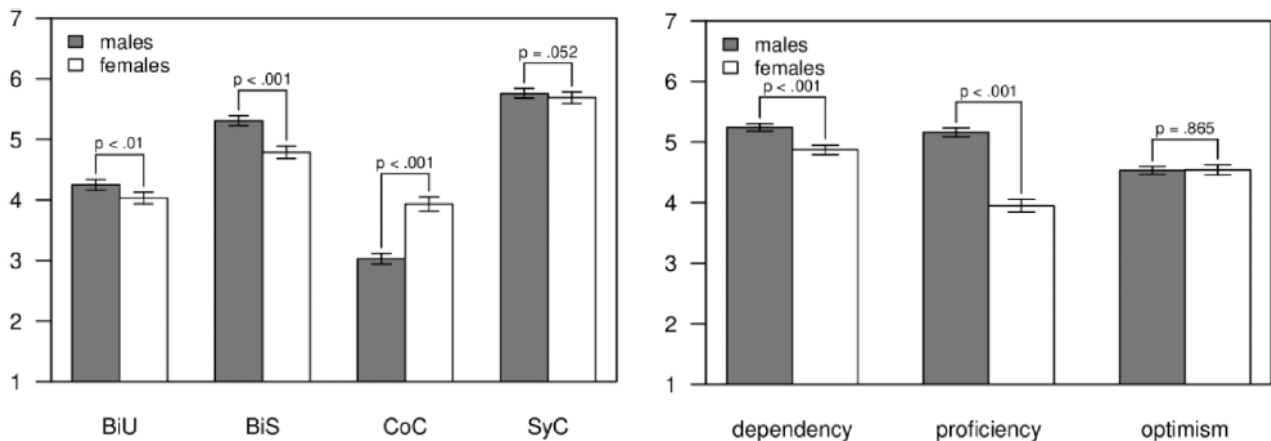


Figure 37 : Moyennes des attitudes envers les véhicules automatisés et acceptabilité de la technologie selon les sexes. Les barres d'erreur représentent un intervalle de confiance de 95 % autour de la moyenne.

Des différences significatives ont été observées entre les sexes dans l'intention d'usage des véhicules automatisés et dans les attitudes à leur égard. Les hommes montrent une intention d'usage plus importante, des inquiétudes moins importantes envers les véhicules automatisés, aussi bien qu'ils se jugent plus compétents.

Des différences légères mais significatives ont également été repérées entre les répondants ayant un niveau de connaissance des véhicules automatisés et les autres.

v. Experience of drivers of all age groups in accepting autonomous vehicle technology. Classen et al. Journal of Intelligent Transportation Systems. (2023)

L'article part du présupposé que l'expérience vécue à bord de véhicules automatisés, combinée aux enquêtes, peut révéler de manière plus fiable des perceptions des usagers. Les auteurs ont quantifié les facilitateurs et les freins des données collectées auprès de jeunes conducteurs et de conducteurs plus âgés.

Bien que des différences émergent de la littérature selon le genre et l'âge, aux côtés d'autres facteurs sociaux et de contexte environnemental, l'étude vise à mettre en avant que l'acceptabilité des usagers, qu'ils soient âgés ou jeunes, est influencée positivement par l'expérience.

Objectifs

L'étude a eu deux objectifs :

- Quantifier les perceptions, les valeurs, les croyances et les attitudes des jeunes (18-39 ans), des personnes de la tranche d'âge moyenne (40-64 ans) avant et après la conduite en simulateur et après la conduite dans une navette automatisée de niveau 4, par rapport aux données publiées sur les conducteurs âgés (+ 65 ans).
- Construire un modèle sur les leviers et les freins de l'acceptabilité à partir des données collectées sur les trois catégories de conducteurs.

Méthodologie

La méthode a consisté à réaliser des mesures croisées entre les expériences suivantes :

- (1) Enquête générale sur les participants,
- (2) Exposition d'une partie des participants au simulateur de conduite autonome (l'autre partie des participants est alors exposée à la navette automatisée), suivie d'une enquête (post 1),
- (3) Exposition d'une partie des participants à la navette automatisée (l'autre partie des participants est alors exposée au simulateur), suivie d'une enquête (post 2).

Un total de 210 titulaires du permis de conduite a été inclus à l'étude dont :

- 104 personnes âgées vivant en communauté (maison de retraite ou résidence séniors),
- 37 personnes d'âge « moyen » (40-64 ans),
- 69 personnes jeunes (18-39 ans).

L'échantillon est représentatif de la diversité des genres et des ethnies de la région de Floride du centre-nord. Les répondants avaient conduit dans les six derniers mois, pouvaient se rendre sur le lieu des tests et étaient en capacité de participer entre 2 à 3 visites, à quatre enquêtes de 15 minutes, à une simulation de 15 minutes et à 15 minutes de test dans la navette automatisée.

Navette automatisée

La navette utilisée était le modèle électrique EZ10 d'EasyMile, fourni par Transdev et en capacité de transporter jusqu'à 12 passagers et de s'intégrer dans un système de transport routier automatisé. La navette était en capacité de circuler jusqu'à 28 mile/km (45 km/h). Les tests ont néanmoins été réalisés à faible vitesse (< 25 km/h) sur un parcours prédéfini. Dans certaines situations comme en zone de chantier, un opérateur était en mesure de reprendre le contrôle et de conduire en mode manuel. L'opérateur à bord était aussi en capacité d'assister les passagers, de leur transmettre des informations sur le véhicule, tout en conservant un œil vigilant à l'environnement de conduite.

En raison des restrictions de l'autorité fédérale de sécurité des véhicules (NHTSA) les personnes âgées n'ont été soumises qu'à une expérience de 10 minutes dans un dépôt de bus en environnement fermé sans autre usagers de la route, tandis que les autres participants ont été un trajet de 15 à 20 minutes à bord de la navette en conditions de trafic mixte.

Le parcours a débuté dans un parking de stationnement et était constitué de plusieurs carrefours giratoires, de tournes à droite et de tournes à gauche dans la ville de Gainesville. Les autres usagers de la route rencontrés ont inclus des piétons, des cyclistes et d'autres véhicules routiers. Le trajet initial a été étendu en juin 2021 de sorte à complexifier le parcours (+1 giratoire, +2 stops, +4 tournes à droite, +1 tourne à gauche), étendant ainsi la durée du parcours à 30 min.



Tableau 13 : Parcours de la navette automatisée dans Gainesville après extension.

Le simulateur de conduite

Un simulateur à 180 degré a été utilisé (de l'entreprise Realtime Technologies Inc.). Le scénario a utilisé un dispositif de conduite autonome pendant 10 min, conçu pour répliquer le parcours de la navette automatisée. Les vitesses de circulation étaient comprises entre 25 et 50 km/h.

Réalisation de l'expérience

Les caractéristiques des participants ont été enregistrées par les personnels de test (âge, genre, ethnie, niveau d'éducation, situation maritale, statut professionnel, situation médicale).

Les enquêtes soumises aux participants incluent :

- un test des capacités cognitives et neurologiques des participants en deux parties (l'une sur l'acuité visuelle et moteurs et l'autre sur les fonctions motrices),

- une enquête de perception du véhicule automatisé par les usagers constituée en 28 items à répondre sur une échelle de 0 à 100 et quatre items ouverts ; les items calculés sur l'échelle de valeurs permettent d'agréger les résultats selon les niveaux de l'intention d'usage, les freins, le bien-être et l'acceptabilité,
- une enquête selon le modèle d'acceptabilité de la technologie (TAM) et de disposition à la technologie (TRI) en examinant les expositions antérieures à l'acceptabilité d'une technologie ; le TRI examine les dispositions individuelles suivant quatre catégories (optimisme, innovation, inconfort et insécurité) et inclut 16 items répondus selon une échelle de Likert en cinq points ; le TAM est composé de 26 items répondus sur une échelle de Likert en sept points sur la facilité d'utilisation ;
- un questionnaire sur les déplacements et les mobilités des participants (neuf questions répondues par oui/non) ;
- un questionnaire sur les habitudes de conduite en 34 items répartis en six catégories (exposition à la conduite, difficultés de conduite).

Des analyses statistiques ont été menées sur les données et les modèles utilisés dans l'étude.

Résultats

L'étude a impliqué 106 personnes jeunes et d'âge moyen, de moyenne d'âge 36 ans, dont 48 hommes et 58 femmes, provenant d'ethnies diverses. Sur l'échantillon global (personnes âgées comprises), 29 % étaient titulaires d'un diplôme de master et 26 % d'une licence, 15 % d'un doctorat et 14 % avaient une formation commerciale, technique ou professionnelle ; 28 % étaient en situation d'activité professionnelle.

Différences entre les groupes et selon les phases de test

Les résultats des analyses de variance entre les groupes selon les différentes phases de l'expérimentation sont présentés ci-dessous. Les deux groupes sont constitués de l'échantillon contenant les personnes d'âge moyen et les jeunes.

Sur l'intention d'usage, des différences significatives ont été observées selon la période à laquelle les participants ont été soumis aux enquêtes et entre les deux groupes. En revanche, aucune différence n'a été relevée au sein des groupes. L'intention d'usage a été significativement meilleure pour le groupe ayant expérimenté la simulation en premier par rapport au second groupe lors de l'enquête finale, ce qui n'était pas le cas a priori lors de l'enquête initiale ou suite à la première expérience. L'intention d'usage des participants du groupe soumis à la simulation en premier a été croissante au cours des deux phases expérimentales par rapport à la situation initiale, et entre elles. Pour les participants du second groupe ayant testé en premier la navette automatisée, l'intention d'usage a été significativement meilleure après le premier test et significativement moins bonne entre les deux phases de test. La différence n'est pas significative entre la situation initiale et la situation finale pour le groupe ayant expérimenté en premier la navette automatisée puis la simulation.

De la même manière, les résultats sur les freins perçus montrent des différences significatives entre les groupes et selon la chronologie des tests, mais pas au sein des groupes. Aucune différence significative n'a été observée entre les groupes a priori. Cependant, après les deux phases d'expérimentation, les différences sont significatives entre les deux groupes et les personnes ayant testé en premier la simulation, ont des craintes plus importantes que les personnes ayant testé la navette en premier. Pour les personnes ayant testé en premier la simulation, les craintes sont plus importantes après la phase 1 et la phase 2 par rapport à la situation initiale. Pour les personnes du groupe ayant testé en premier la navette, les craintes sont également plus importantes à la fois après la première phase et après la seconde. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux phases de tests par ailleurs.

Pour le bien-être perçu, des différences ont été observées entre les deux groupes ainsi qu'en fonction de la période d'administration des questionnaires, mais aussi au sein d'un même groupe. Les deux groupes n'ont pas montré de différence significative dans leur perception pour les phases initiales et après première expérience. En ce qui concerne les résultats après la deuxième mise en situation, la perception du bien-être perçu a été significativement meilleure pour les personnes ayant testé la simulation en premier. De même les personnes ayant testé la simulation en premier ont montré un bien-être amélioré entre la situation initiale

et la situation finale, bien qu'aucune différence significative ne soit remarquable entre la phase initiale et la première phase ainsi qu'entre les deux phases expérimentales. Pour le groupe 2 ayant d'abord testé la navette, les perceptions du bien-être ont été significativement meilleures à l'issue de la phase 1 par rapport à la situation initiale, et meilleures à la suite de la première mise en situation qu'après la deuxième (simulation). Aucune différence significative n'existe entre les deux situations initiale et finale.

L'acceptabilité globale mesurée contient des différences significatives basées sur des effets de groupe, de temps et entre les groupes. Les résultats ne montrent pas de différence significative entre les deux groupes à l'issue de la première phase de test. Cependant, après la deuxième visite, l'acceptabilité globale est significativement meilleure pour les personnes ayant testé d'abord la simulation. Pour les personnes du groupe 1 (simulation en premier), les perceptions de l'acceptabilité globale sont significativement meilleures entre la première expérience et la situation initiale ainsi qu'entre la deuxième expérience et la situation initiale mais aucune entre les deux phases de test. Pour le groupe 1 (navette automatisée en premier), l'acceptabilité perçue est meilleure après la première phase de test par rapport à la situation initiale et moins bonne après la seconde (par rapport à la première). Aucune différence significative n'est observée entre les situations initiale et finale pour les personnes du groupe 2.

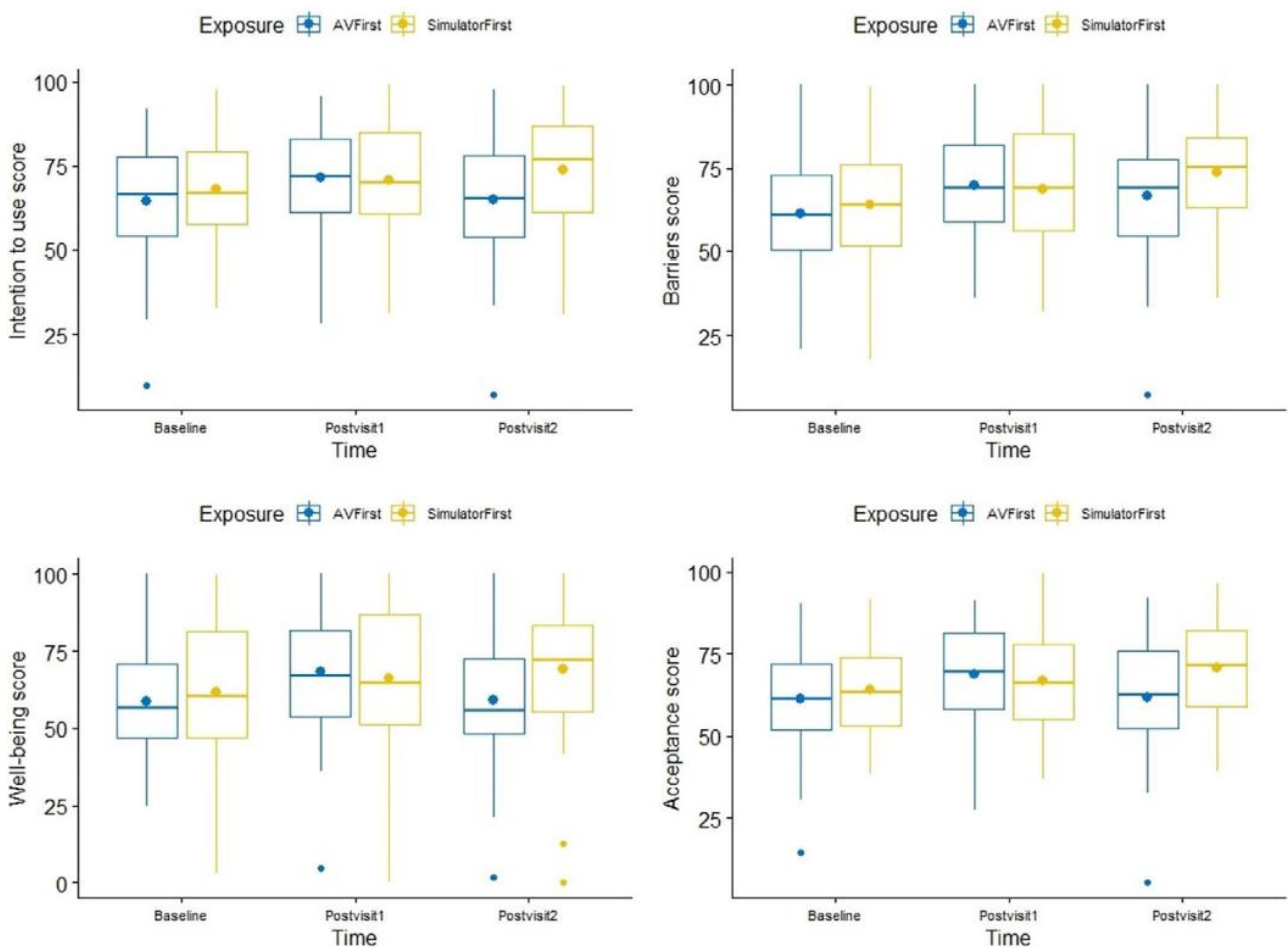


Figure 38 : Résultats des enquêtes de perception sur les participants selon qu'ils aient testé en premier la simulation ou la navette automatisée, en fonction du moment où l'enquête a été réalisée.

Différences entre les âges selon les trois catégories construites

Les impacts de l'âge ont été analysés entre les trois groupes en comparant les pourcentages de changements entre les situations initiales et finales pour l'intention d'usage, les freins, le bien-être et l'acceptabilité globale. Les tests statistiques sur les données n'ont pas montré de différence significative entre les groupes concernant les quatre dimensions étudiées.

Modèle de régression linéaire des groupes d'âge

Le modèle de régression linéaire est construit à partir de six variables explicatives dont l'âge, l'optimisme, la facilité d'usage, la distance conduite par an, les difficultés de conduite rencontrées et le cadre de vie.

Pour l'intention d'usage, la variance est expliquée à 30 % par le modèle de régression comme une combinaison de l'optimisme, la facilité d'usage et l'ethnie.

En ce qui concerne les freins perçus, le modèle explique 23 % de la variance portée par une combinaison de l'optimisme, la facilité d'usage, les difficultés de conduite et l'ethnie.

Pour le bien-être perçu, le modèle tend à expliquer 36 % de la variance en combinant l'âge, l'optimisme, la facilité d'usage et les distances parcourus par an.

La variance de l'acceptabilité globale est expliquée à 34 % par le modèle comme combinaison de l'âge, l'optimisme, la facilité d'usage et l'ethnie.

Les résultats ont également mis en avant que l'optimisme et la facilité d'usage influençaient positivement toutes les dimensions étudiées de l'acceptabilité. Les difficultés de conduite prédisent de manière significative les freins perçus de la mobilité automatisée (les personnes ayant partagé qu'elles rencontraient des difficultés en conduite avaient une perception plus importante des freins). Les kilomètres parcourus sont négativement liés au bien-être, démontrant des conducteurs se sentant plus à l'aise lorsque ceux-ci utilisent leur véhicule régulièrement.

Conclusions

Les analyses des perceptions ont mis en avant que :

- les perceptions sont globalement meilleures après la première exposition (par simulation ou expérimentation),
- le gain des perceptions se maintient après la deuxième expérience, excepté pour le bien-être perçu,
- le niveau d'intention d'usage supérieur pour les personnes ayant testé en premier lieu la simulation peut être dû au fait que les conducteurs perçoivent plus facilement les bénéfices de l'automatisation en tant que conducteurs plutôt qu'à bord d'une navette en tant que passager,
- les résultats mettent en avant la position préférée comme passager dans une navette (acceptabilité qui augmente après le test dans la navette dans les deux cas) plutôt que comme conducteur, ce qui signifie que les perceptions peuvent être dépendantes du changement de leur rôle entre la navette et le simulateur,
- les freins perçus par les participants diminuent continuellement entre les deux phases d'expérience, de manière plus conséquente pour ceux ayant testé la simulation en premier lieu,
- les résultats concernant le bien-être ressenti mettent en avant que les participants ont des attentes plus importantes après l'exposition,
- les résultats sont les mêmes concernant l'acceptabilité, ce qui porte à penser que les attentes et bénéfices sont conditionnés par l'exposition à la technologie,
- les analyses n'ont pas fait apparaître de différence significative entre les âges,
- les plus jeunes et les plus âgés étaient plus positifs à la technologie après usage.

w. Cyclists perception and self-reported behaviour towards interacting with fully automated vehicles, Li et al. Transportation Research Part A. Elsevier. (2023)

Cette étude s'intéresse aux facteurs d'influence de l'acceptabilité du partage de la voirie des cyclistes avec des véhicules totalement automatisés. Les résultats se basent sur une enquête en ligne réalisée en Australie.

Objectifs

En étudiant l'acceptabilité des cyclistes qui sont destinés à partager la voirie avec les véhicules automatisés, les chercheurs créent un point de rupture avec l'état de l'art existant en ne se focalisant plus sur les usagers potentiels de ces véhicules ou les acheteurs, mais en s'intéressant à une cible d'usagers en interaction directe avec les véhicules automatisés. Le sujet du partage de la voirie entre les catégories d'usagers (cyclistes et

automobilistes) s'étend à un nouveau type d'interactions homme-machine entre cyclistes et véhicule automatisé, alimentant l'état de l'art sur l'acceptabilité des interactions entre usagers vulnérables de la route et véhicules automatisés.

Il ne s'agit plus seulement d'évaluer l'acceptabilité des cyclistes face à des véhicules partiellement automatisés avec un conducteur à bord, caractéristiques d'un faible niveau d'automatisation mais de s'intéresser aux niveaux d'automatisation ne nécessitant plus de présence humaine à l'intérieur du véhicule.

L'enquête réalisée en ligne a servi deux objectifs :

- Etudier la réceptivité des cyclistes au partage de la voirie avec les véhicules automatisés au regard des comportements réels des cyclistes et de leurs caractéristiques individuelles.
- Identifier les facteurs d'influence des intentions comportementales des cyclistes vis-à-vis des véhicules totalement automatisés.

Méthodologie

Dans le cadre de cette recherche, un questionnaire en ligne a été construit. La recherche a été approuvée par le comité d'examen éthique de l'université technologique du Queensland (QUT) en Australie.

Un total de 314 participants, dont 106 femmes et 208 hommes, a complété l'étude. La moyenne d'âge était de 39 ans, dont 18 % disposent d'un niveau d'étude pré-universitaire, 20 % un diplôme ou certificat spécialisé, 38 % une licence et 19 % un niveau master (ou plus). Les répondants utilisent en premier le vélo pour des déplacements utilitaires ou domicile-travail (37 %), pour les loisirs (37 %) ou en tant qu'activité sportive (25 %). La moyenne par semaine était d'un peu moins de trois heures et près de 70 % ont rapporté utiliser le vélo au moins deux heures par semaine. De plus, 15 % ont déclaré avoir eu au moins un accident à vélo dans les deux dernières années.

L'enquête a été conçue à partir de trois scénarios pour étudier les intentions des cyclistes en ce qui concerne des comportements auto-protecteurs lors d'interactions avec des véhicules automatisés dans certaines situations spécifiques. Un comportement auto-protecteur est ainsi défini comme une réponse ou une action prise par le cycliste dans une situation spécifique afin d'accroître sa sécurité sur la route. Les scénarios ont été choisis de façon à représenter des situations typiques des interactions entre les véhicules et les cyclistes en Australie dans la région du Queensland, caractéristiques d'un niveau de risque suffisamment significatif pour les cyclistes.

Les scénarios présentés aux répondants sont les suivants :

- (i) un cycliste souhaitant tourner à droite (équivalent d'un tourne à gauche selon le régime de circulation en France) devant un véhicule totalement automatisé – l'intention du cycliste de faire un geste du bras pour indiquer son intention au véhicule est évaluée ;

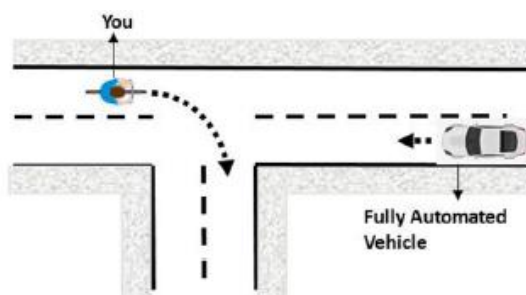


Figure 39 : Scénario 1 - A quel point êtes-vous susceptible de faire un signal de la main pour prévenir de votre intention de tourner à droite ?

- (ii) le passage d'un cycliste aux abords d'un véhicule stationné sur le bas-côté – l'intention du cycliste de se décaler ou de ralentir aux abords du véhicule afin d'éviter la collision avec la portière est évaluée ;

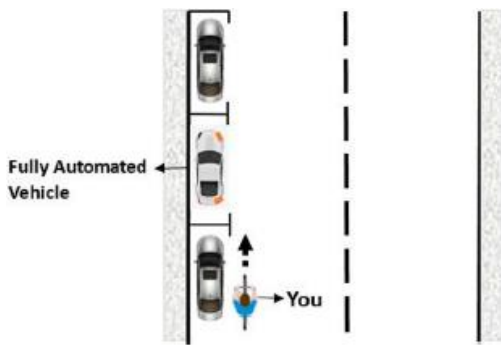


Figure 40 : Scénario 2 - A quel point êtes-vous susceptible de vous décaler ou de ralentir pour éviter une collision avec la portière ?

- (iii) un véhicule totalement automatisé se rapproche par l'arrière du cycliste circulant sur la chaussée – l'intention du cycliste de maintenir sa position dans la voie ou de se décaler pour laisser passer le véhicule est évaluée.

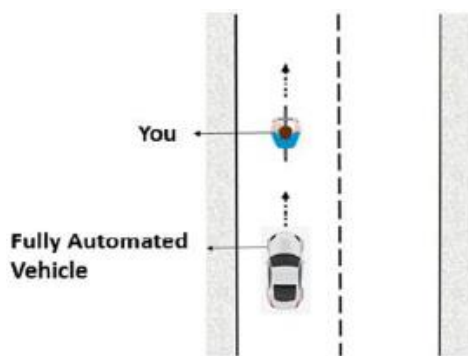


Figure 41 : Scénario 3 - A quel point êtes-vous susceptible de maintenir votre position dans la voie ?

Ces trois scénarios sont caractéristiques des situations particulièrement accidentogènes et critiques pour les cyclistes en Australie. Ces trois scénarios n'ont pas été détaillés aux répondants, uniquement les informations générales ont été partagées (distance et vitesse du véhicule, limitation de vitesse, position du cycliste et trafic environnant) de façon à ne pas biaiser leur réponse. Les intentions ont été recueillies suivant une échelle de Likert en cinq points (1- pas du tout susceptible ; 3- neutre ; 5- extrêmement susceptible).

En amont, un questionnaire a été distribué aux participants afin de renseigner des informations les concernant, regroupées en trois parties :

- des questions sociodémographiques (6 questions) ;
- des questions sur leur comportement de cycliste (44 questions), consistant à caractériser trois types de comportements : non-respect (16), erreurs (16) et comportements positifs (12), les réponses visant à quantifier la régularité de leurs comportements sur une échelle de Likert en cinq points ;
- la réceptivité des cyclistes au partage de la voirie avec des véhicules totalement automatisés (18 questions), mesurant cinq facteurs comportementaux : attitudes (5), norme sociale (3), confiance (5), compatibilité vis-à-vis du système de transport (2), efficacité du système à la détection des autres usagers (2) et une question partagée sur l'efficacité et la compatibilité.

Entre les questions comportementales et d'attitudes sur leur réceptivité, les répondants ont été interrogés sur leur niveau de connaissance sur les véhicules automatisés. Un texte explicatif leur a ensuite été distribué.

L'enquête a été réalisée via la plateforme en ligne Qualtrics et diffusée notamment via les réseaux sociaux, les listes de diffusion de l'université du Queensland et une entreprise de marché en ligne (Dynata). La durée de l'enquête était d'environ 20 min.

Résultats

Les analyses statistiques ont mis en évidence les variables explicatives des comportements pour chacun des trois scénarios.

Pour le premier scénario (tourne à droite face à un véhicule arrivant en face), les variables explicatives significatives de l'intention du cycliste de tendre le bras sont : la raison du déplacement, les erreurs qu'il commet en général lors de la circulation en vélo au même titre que ses comportements positifs et la compatibilité du véhicule totalement automatisé à la circulation. Les paramètres négatifs de ces variables montrent que les cyclistes qui se déplacent pour le travail, qui font plus d'erreurs, sont associés à une plus faible intention de tendre le bras pour annoncer leur tourne à droite. Les résultats indiquent également que les évaluations de la compatibilité diminuent en moyenne la probabilité de donner son intention de tourner, bien que cet effet varie considérablement entre les participants.

Pour le deuxième scénario (véhicule stationné sur le bord de la chaussée et évitement de la collision avec la portière), l'intention du cycliste de maintien de sa position dans la voie est statistiquement expliquée par les variables de non-respect des règles, des comportements positifs et de normes sociales. Plus les infractions commises par le cycliste sont importantes, moins celui-ci aura tendance à se décaler pour éviter la collision avec la portière. À l'inverse, les paramètres positifs de la compatibilité suggèrent qu'une forte évaluation de la compatibilité est associée à une plus forte tendance à se décaler et à ralentir. Le paramètre des normes sociales a un effet moyen positif, indiquant que celles-ci sont en moyenne positivement associées à des actions d'évitement de collision avec la portière, bien que les résultats varient entre les participants.

Le troisième scénario (rapprochement d'un véhicule totalement automatisé par l'arrière du cycliste) montre que le temps de trajet, les infractions commises, le haut niveau d'éducation, la connaissance préliminaire des véhicules automatisés et l'attitude sont des variables significativement associées à l'intention du cycliste de maintenir sa position dans la voie. Les résultats indiquent que plus le cycliste a tendance à enfreindre le code de la route, plus il sera susceptible de ne pas se décaler pour faciliter le passage du véhicule. Les paramètres du niveau d'éducation et de connaissances anticipées des véhicules automatisés indiquent des effets aléatoirement distribués dans la population.

Les résultats globaux montrent que la réceptivité au partage de la route avec les véhicules totalement automatisés par les cyclistes est fortement corrélée aux caractéristiques démographiques mais moins aux comportements des cyclistes. Les cyclistes âgés ont montré moins de réceptivité à se déplacer en vélo en présence d'un véhicule totalement automatisé comparé aux jeunes cyclistes. Cette distinction a été observée dans les évaluations plus faibles des populations plus âgées en ce qui concerne les variables d'attitudes, de confiance, d'efficacité des systèmes et de compatibilité. L'étude a également révélé des distinctions liées au genre, les hommes montrant une plus faible réceptivité au partage de la voirie avec les véhicules totalement automatisés, ce qui est surprenant par rapport à l'état de l'art sur les distinctions de genre. Par ailleurs, les hommes ont montré des attentes supérieures aux femmes sur les interactions avec les autres usagers.

En ce qui concerne la sécurité routière et l'amélioration de la sécurité par les véhicules automatisés, les résultats montrent que ce facteur est déterminant pour les personnes ayant été accidentées et ayant été victimes d'erreurs humaines. Les personnes accidentées et faisant des erreurs régulièrement en tant que cyclistes rapportent une meilleure réceptivité à la compatibilité des véhicules automatisés. Les participants de ce dernier groupe déclarent apprécier le fait que les véhicules totalement automatisés amélioreraient la sécurité routière.

Les participants ayant déclaré des comportements infractionnistes plus fréquents et une forte propension au risque étaient moins susceptibles d'initier un comportement d'autoprotection face aux véhicules automatisés. À l'inverse, les comportements positifs des cyclistes sont apparus comme étant négativement liés à des comportements auto-protecteurs en particulier lors de la circulation à côté d'un véhicule stationné ou en tourne à droite.

En termes de perceptions, les personnes ayant tendance à penser que les véhicules automatisés seront compatibles avec la circulation et le système de transport ont eu tendance à agir pour éviter les collisions. Ce résultat met en avant que la façon dont ces véhicules sont intégrés au système de transport est susceptible d'influencer les comportements des autres usagers.

Les attitudes et les normes sociales ont mis en évidence que les effets positifs avaient tendance à correspondre à des actions facilitatrices pour la circulation des véhicules automatisés (décalage dans sa voie).

Conclusions

L'étude a mis en avant l'influence de facteurs sociodémographiques, attitudinaux et de perception dans l'intention des cyclistes à envisager le partage de la voirie avec les véhicules totalement automatisés. En particulier, la bonne intégration de ces véhicules dans la circulation apparaît comme un facteur de comportements positifs des autres usagers.

Par ailleurs des analyses supplémentaires de mise en situation réelle des usagers avec des véhicules automatisés permettraient d'approfondir cette étude. De plus, les perceptions des différentes fonctionnalités et typologiques de véhicules automatisés pourraient être récoltées via une étude de préférences déclarées.

x. Do first responders trust connected and automated vehicles (CAVs)? A national survey. Liu et al. Transport Policy. Elsevier. (2023)

Cet article se focalise sur la confiance des premiers intervenants envers les véhicules automatisés (et connectés), en particulier les véhicules de premiers secours et les véhicules des forces de l'ordre. La question se pose sur la capacité des véhicules automatisés à permettre le passage des véhicules de premiers secours en intervention ainsi que leur capacité à reconnaître et appréhender une zone d'accident (incident).

Les auteurs ont mené une étude nationale auprès des personnels de première intervention aux Etats-Unis afin de comprendre leur connaissance et leurs expériences de gestion d'incident en lien avec les véhicules automatisés, ainsi que leurs attitudes et inquiétudes vis-à-vis de la technologie, qu'il s'agisse des systèmes d'aide à la conduite, des véhicules connectés ou des véhicules automatisés.

Cette étude contribue à l'état de l'art encore très restreint sur l'acceptabilité des véhicules automatisés par les personnels de premières interventions, qu'il s'agisse des véhicules luttant contre les incendies, des véhicules d'aides médicales d'urgence, des forces de l'ordre par exemple.

Objectifs

Alors que de premiers services commerciaux voient le jour aux Etats-Unis, la question des interactions des véhicules automatisés avec les premiers répondants dont les interventions sont calculées et régies par une forte contrainte temporelle se pose.

La recrudescence des incidents dus aux interactions problématiques des flottes de robots-taxis en circulation dans certaines villes des Etats-Unis donne un élan aux travaux de recherche afin de répondre aux questions suivantes :

- Quel est le niveau de connaissance des premiers intervenants aux Etats-Unis ?
- Combien de premiers intervenants ont reçu des formations de sécurité en lien aux véhicules automatisés ?
- Les premiers intervenants pensent-ils que les véhicules automatisés ont une incidence sur la manière de gérer une scène d'incident ?
- Les premiers intervenants ont-ils confiance aux véhicules automatisés plus qu'à l'humain en ce qui concerne la traversée d'une zone d'incident ?
- Existe-il des différences organisationnelles ou des disparités géographiques en ce qui concerne la perception des véhicules automatisés parmi les premiers intervenants.

L'étude a ainsi pour objectif de :

- Rassembler des informations au regard de la perception des premiers intervenants vis-à-vis des technologies de véhicules automatisés et connectés.
- Identifier les facteurs qui contribuent à influencer leur perception à partir d'analyses de données.

Méthodologie

L'étude a été distribuée au sein du réseau de l'Institut pour la sécurité des personnes en situation d'urgence (ERSI). Plus de 1000 réponses de premiers intervenants ont été récoltées dans plus de 50 États et territoires américains.

L'enquête a été introduite par une présentation des systèmes de transport automatisés et connectés ainsi que quelques informations afin de clarifier le propos.

L'enquête a été constituée en trois parties et validée par la Commission d'examen institutionnelle de l'Université d'Alabama. La première partie a inclus des questions sur les caractéristiques sociodémographiques. La deuxième partie s'est focalisée sur l'expérience des premiers intervenants et leur formation générale, de manière non spécifique aux véhicules automatisés. La troisième partie a constitué le cœur de l'étude en incluant des questions sur la formation des premiers intervenants aux véhicules automatisés et connectés, sur leurs connaissances et leur perception incluant les inquiétudes, les défis et les risques perçus dans le cas d'un environnement avec une large quantité de véhicules automatisés déployés sur les routes.

Des questions sur leurs potentielles expériences d'interactions avec les véhicules automatisés dans des situations d'incidents ont été posées en partant du principe que la confiance et la perception des premiers intervenants est influencée par la mise en situation. Ils ont à ce titre été amenés à comparer la confiance qu'ils accordent aux humains face aux véhicules automatisés et connectés.

Parallèlement au questionnaire, les premiers intervenants ont été sollicités pour donner des recommandations pour améliorer la sécurité des intervenants au regard des véhicules automatisés.

Les données ont été récoltées en ligne par Qualtrics parmi les premiers intervenants de la communauté ERSI et analysées à l'aide de modèles de données afin d'identifier les facteurs impliqués dans la perception des véhicules automatisés et connectés chez les premiers intervenants.

L'enquête a été déployée en juillet 2019 et permis de récolter 1049 réponses intégrées à l'analyse, représentant des répondants suffisamment âgés afin de témoigner d'une expérience passée suffisante dans les services de premiers intervenants.

Résultats

La majorité des participants était des hommes (83 %). La distribution des âges est présentée ci-dessous.

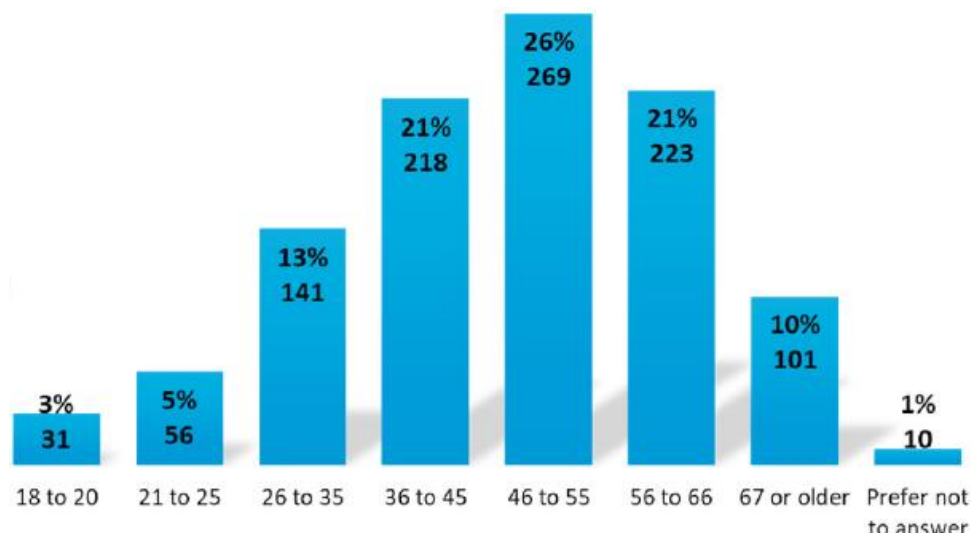
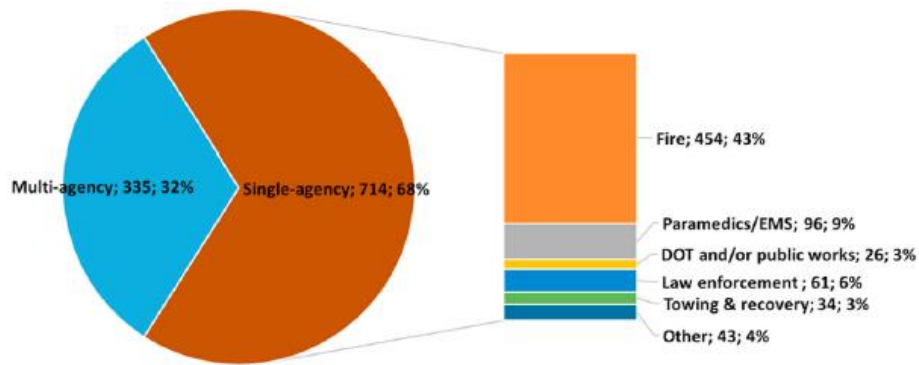


Figure 42 : Distribution des âges des participants de l'enquête

La figure ci-dessous représente la répartition des répondants dans les types d'organismes de premiers intervenants. 68 % des répondants déclarent avoir travaillé pour un seul type d'organisation. Parmi eux, 43 % représentent les services luttant contre les incendies, 9 % des services paramédicaux ou des services privés d'urgence, 6 % le services des forces de l'ordre.

Figure 43 : Distribution des réponses par type d'organismes des premiers intervenants



Enfin, la figure ci-dessous présente la distribution des réponses par aires géographiques à la fois par Etats ainsi que par zone géographiques suivant la classification fédérale de gestion des urgences sur le territoire (FEMA). Par ailleurs, le panel de répondants n'est pas tout à fait représentatif de la population américaine suivant les territoires.

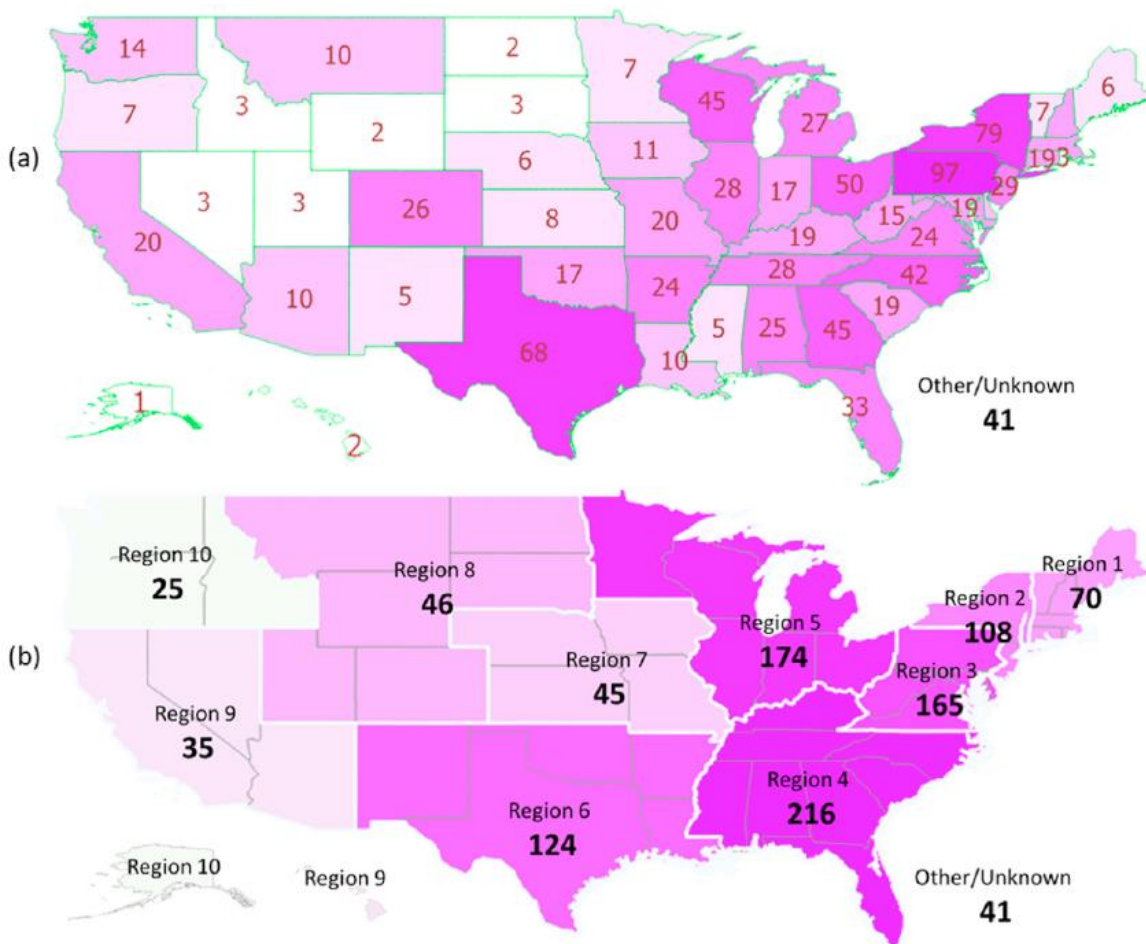


Figure 44 : Distribution géographique des participants de l'étude suivant (a) les Etats américains et (b) l'organisation des régions FEMA.

Au niveau de l'expérience des répondants dans leur service de premier intervenant, 46 % ont indiqué avoir plus de 20 ans d'expérience, tandis que 10 % ont déclaré avoir moins de deux ans d'expérience. Au niveau de la formation de gestion des incidents de la circulation, 88 % déclarent avoir reçu une formation globale pertinente, notamment sur la sécurité des répondants. Moins de 8 % déclarent ne pas avoir de formation et plus de 60 % déclarent avoir une formation au moins une fois par an.

En ce qui concerne l'expérience de situations de presque accident ou de collision avec des véhicules conventionnels lors de leurs interventions, 59 % rapportent y avoir été confrontés. Par ailleurs, la fréquence de ces incidents est faible. De plus 93 % des répondants pensent que ces incidents sont la cause de de la distraction des automobilistes (ou usagers de la route) et 77 % l'imputent à l'inattention des usagers. La conduite sous influence de produits stupéfiants est estimée à 63 % parmi les facteurs pouvoir causer ces incidents. En outre, 43 % des répondants ne font pas confiance aux conducteurs humains lors du passage autour d'une zone d'incident.

Sur la connaissance et les perceptions des participants vis-à-vis des véhicules automatisés et connectés, 35 % déclarent être familiers avec les véhicules connectés, les systèmes d'aide à la conduite et les véhicules automatisés ; aucune différence significative est observée entre les trois concepts, tandis que 41 % indiquent ne pas être familiers avec la technologie. Par ailleurs, 54 % disent posséder un véhicule équipé de systèmes liés aux véhicules automatisés et connectés et 14 % déclarent ne pas avoir de véhicule. Enfin, 17 % indiquent que leur véhicule est équipé de systèmes d'aide à la conduite, 7 % de systèmes de connectivité et seulement 2 % rapportent avoir un système d'automatisation de niveau 3.

En termes de confiance, seulement 1 % des répondants déclare avoir confiance en les véhicules automatisés et 44 % déclarent ne pas faire confiance aux véhicule automatisés du tout.

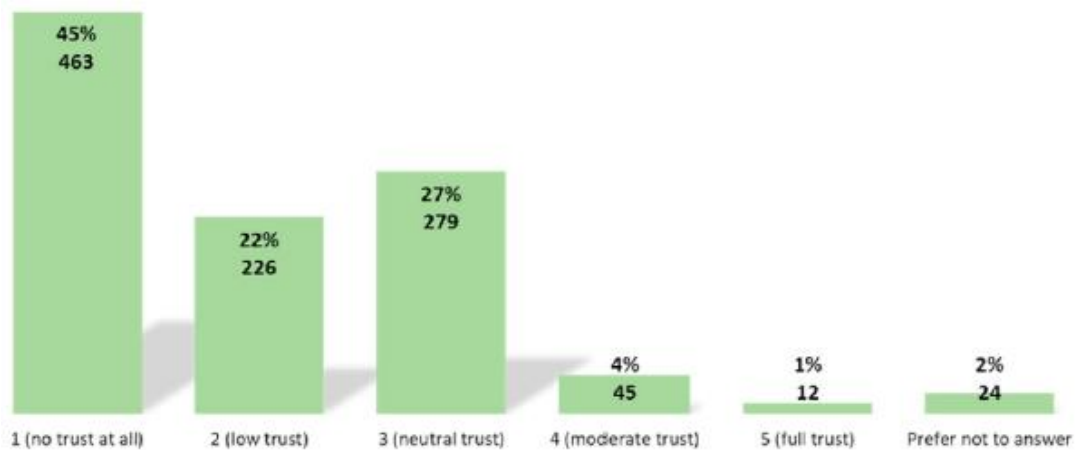


Figure 45 : Niveau de confiance des répondants des véhicules automatisés en tant que conducteur ou utilisateur

En termes de formation sur les véhicules automatisés et connectés, 82 % indiquent ne pas avoir reçu d'information ni de formation sur ces systèmes et 11 % déclarent en avoir reçu un peu. Au moment de l'enquête, le programme de formation le plus répandu est celui délivré par l'ERSI, avec uniquement 76 participants y ayant eu accès. La plupart des répondants ne perçoivent pas suffisamment la manière d'interagir avec les véhicules automatisés et connectés en cas d'incident ou encore de l'utilité de former les premiers intervenants pour fournir des interactions en sécurité.

La comparaison entre les humains et les véhicules automatisés face à la gestion de situations d'interactions avec des premiers intervenants montre que seulement 3 % des répondants estiment que les véhicules automatisés feraient mieux et 83 % assurent qu'ils ne feraient pas plus confiance aux véhicules automatisés.

Les résultats sont également présentés selon les organismes auxquels font partie les répondants. Les répondants des forces de l'ordre accordent une meilleure confiance en le véhicule automatisé en cas d'interaction en cas d'incident (23 %), les autres organismes présentant peu de différence significatives et accordant une faible confiance aux véhicules automatisés (~ 10 %).

Des différences significatives entre les régions ont été mesurées statistiquement. Il apparaît que les répondants des régions de l'est et du sud des Etats-Unis sont globalement moins confiants envers les véhicules automatisés qu'ils ne le sont face au conducteur humain¹⁷. A l'inverse la région 3 incluant le Maryland, la Virginie, le District de Columbia, la Pennsylvanie, le Delaware et la Virginie de l'Ouest, présente les taux les plus forts de répondants ne faisant pas plus confiance aux véhicules automatisés qu'aux

¹⁷ Ce résultat est cohérent avec l'étude d'Othman sur l'acceptabilité de la population américaine.

humains. Les régions 8 et 9 représentent à l'inverse les taux les plus faibles de personnes ne faisant pas plus confiance aux véhicules automatisés qu'aux humains.

Les analyses statistiques mettent en avant des disparités significatives entre les régions FEMA. Les régions 1 à 3 sont associées à un niveau de confiance significativement plus faible, suivi par les régions 4 à 6. À l'inverse les régions 7 à 10 sont associées au niveau de confiance significativement le plus élevé.

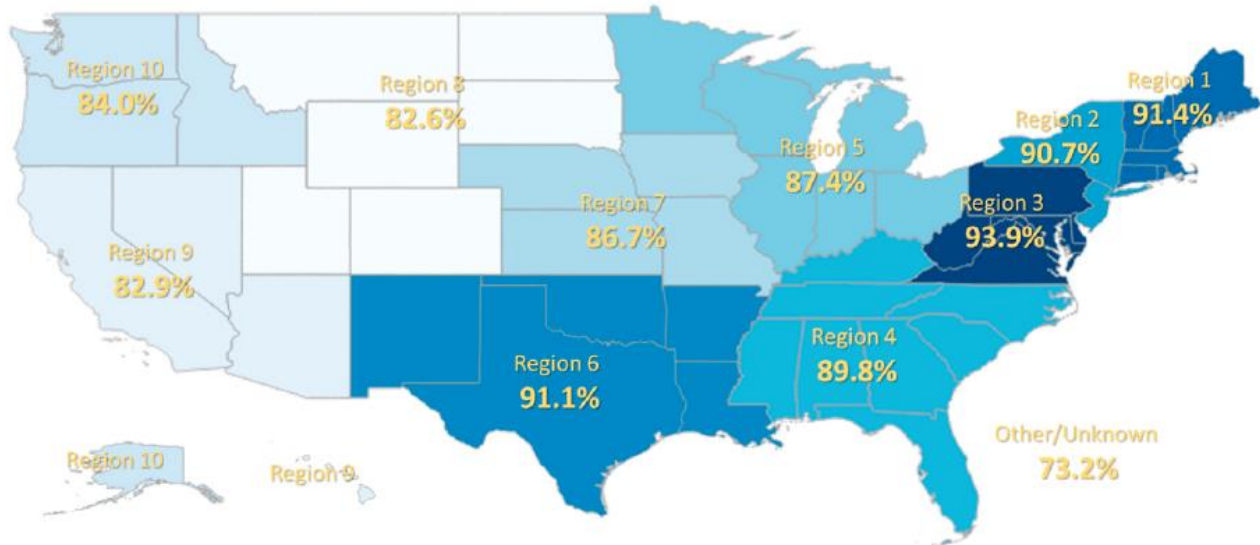


Figure 46 : Résultats de confiance des répondants suivant les régions FEMA

Lorsque les répondants ont expliqué la raison pour laquelle ils ne font pas confiance aux véhicules automatisés, 45 % ont déclaré que les véhicules automatisés ne sont pas prédictibles, 36 % n'ont pas donné de raison spécifique, 34 % ont mentionné ne pas avoir d'expérience sur la gestion des accidents avec des véhicules automatisés et 30 % qu'ils n'étaient pas formés à se protéger de ces véhicules sur une zone d'incident.

Parmi les listes de recommandations qui ont été proposées par les répondants, 68 % ont mentionné des formations de sécurité pour permettre aux premiers intervenants d'appréhender la technologie, 67 % proposent le déploiement d'un système d'alerte incident en cas d'une zone de danger permettant d'alerter le public à l'approche de cette zone. Plus de la moitié des répondants se dit en faveur d'un processus normatif à destination des constructeurs automobiles pour la désactivation et le remorquage des véhicules ainsi que des réponses normalisées attendues des véhicules automatisés en cas d'interactions avec les premiers intervenants.

Sur la question des impacts des véhicules automatisés sur la manière de gérer une situation d'incident, plus de 30 % des répondants ont indiqué des incertitudes quant à l'adaptation des procédures et comportements en présence de véhicules automatisés. Des répondants ont aussi partagé leur inquiétude sur la capacité des véhicules automatisés à reconnaître une zone d'incident. Globalement les inquiétudes partagées peuvent être mises en cohérence avec le peu de connaissances des répondants et plus généralement du grand public sur le fonctionnement de la technologie.

Modélisations des facteurs de perception

Les réponses ont été injectées dans un modèle d'interdépendance des facteurs de perception afin de déterminer l'implication de ces facteurs dans la confiance. De fortes corrélations ont été observées entre l'âge et les années d'expérience ainsi que la propriété de véhicules équipés de systèmes d'automatisation et le niveau de connaissance des véhicules automatisés et connectés.

Par ailleurs certaines variables comme le niveau de formation reçu sur les véhicules automatisés ainsi que les expériences passées dans des situations d'incidents n'ont pas montré de corrélation avec la perception des répondants.

La modélisation a consisté à représenter si les répondants faisaient plus confiance à un véhicule automatisé ou à un humain dans le cas d'un passage à proximité d'une zone d'incident. Le modèle est ainsi binaire. Le

niveau de confiance du modèle est estimé à 90 % intégrant les variables d'âge, du niveau d'éducation, d'organisme d'appartenance, de familiarité avec les véhicules automatisés et connectés, du niveau de confiance en les véhicules automatisés et connectés ainsi qu'en l'humain, et les régions FEMA.

Les résultats montrent qu'une corrélation existe entre la potentielle confiance envers les véhicules automatisés et le niveau d'éducation : un premier intervenant avec un niveau d'éducation plus élevé est plus enclin à faire confiance aux véhicules automatisés qu'à l'humain dans une situation d'incident.

Les comparaisons entre les organismes d'appartenance des répondants montrent que les agents des forces de l'ordre sont plus enclins à faire confiance aux véhicules automatisés plutôt qu'à l'humain, tandis que les personnels appartenant aux services étatiques de travaux des départements des transports (DOT) y sont les moins enclins. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que les forces de l'ordre s'intéressent aux comportements des usagers pour la sécurité routière alors que les personnels de service des DOT sont plus concernés par le trafic et les véhicules.

Par ailleurs, la familiarité envers les technologies d'automatisation est un facteur explicatif positif de la confiance des répondants envers les véhicules automatisés dans de telles situations par rapport au conducteur humain. De plus, une forte corrélation a été trouvée entre la confiance des répondants envers le véhicule automatisé (en tant que conducteur) et la confiance accordée aux véhicules automatisés dans une situation d'incident face à l'humain. En outre, les répondants qui ont tendance à faire confiance à l'humain sont moins enclins à faire confiance en le véhicule automatisé, ils ne pensent pas que les véhicules automatisés vont améliorer la sécurité des premiers intervenants.

Conclusion

Cette étude a mis en avant un fort scepticisme de la part de la population de premiers répondants interrogée : ils ne font pas confiance aux véhicules automatisés et connectés. Ces résultats indiquent que la construction de leur confiance à travers une modification de leur perception de la sécurité et de la fiabilité des systèmes doit progresser. En particulier, l'étude a cherché à récolter les recommandations des répondants quant à l'amélioration de la sécurité des interactions entre véhicules automatisés et premiers intervenants.

Par ailleurs, il existe de fortes disparités géographiques selon les régions FEMA aux Etats-Unis en termes de confiance et entre les organismes de premières interventions auxquels appartiennent les répondants. Le besoin de formations et de sensibilisation est proposé comme un moyen d'améliorer les interactions, aux côtés d'un développement d'exigences normatives sur les comportements attendus des véhicules automatisés au regard des interactions avec les services de premières interventions sur les zones d'incidents.

L'évaluation de l'acceptabilité s'oriente depuis quelques années vers des études plus ciblées sur l'usage de véhicules automatisés en lien direct aux questions de mobilité. La partie suivante s'intéresse à l'intégration de ces véhicules dans des systèmes de mobilité partagée et en particulier à la perception de ces nouveaux systèmes par les usagers.

6. Evaluation de l'acceptabilité de la mobilité automatisée publique et partagée

y. Review of studies on public acceptability and acceptance of shared autonomous mobility services: past, present and future. Bala et al. Transport Review. (2023)

Cet article dresse une revue de littérature sur l'acceptabilité, la perception, l'intention d'usage, les attitudes, le choix modal et la propension à payer des services de mobilité partagée automatisés. L'article distingue différents types de services de mobilité partagée automatisés et examine l'acceptabilité à travers cinq dimensions : la perception des services, l'intention du choix et de l'usage, la fréquence d'usage et la propension à payer.

Objectifs

Les auteurs cherchent à répondre aux questions suivantes :

- Quel est le niveau d'acceptabilité des services de mobilité partagée automatisés, en termes de connaissances ?
- Quels sont les prédicteurs de l'acceptabilité de ces services ? Quels facteurs affectent positivement leur intégration et quels facteurs au contraire sont limitants ?
- Quelles sont les implications politiques des tendances d'acceptabilité aujourd'hui et qu'est-ce qui pourrait améliorer l'acceptabilité ?
- Quelles sont les futures directions de recherche pour étudier l'acceptabilité des services de mobilité partagée automatisés ?

Les auteurs s'intéressent à tous les types de services de mobilité partagée automatisée, comme le montre le schéma ci-dessous.

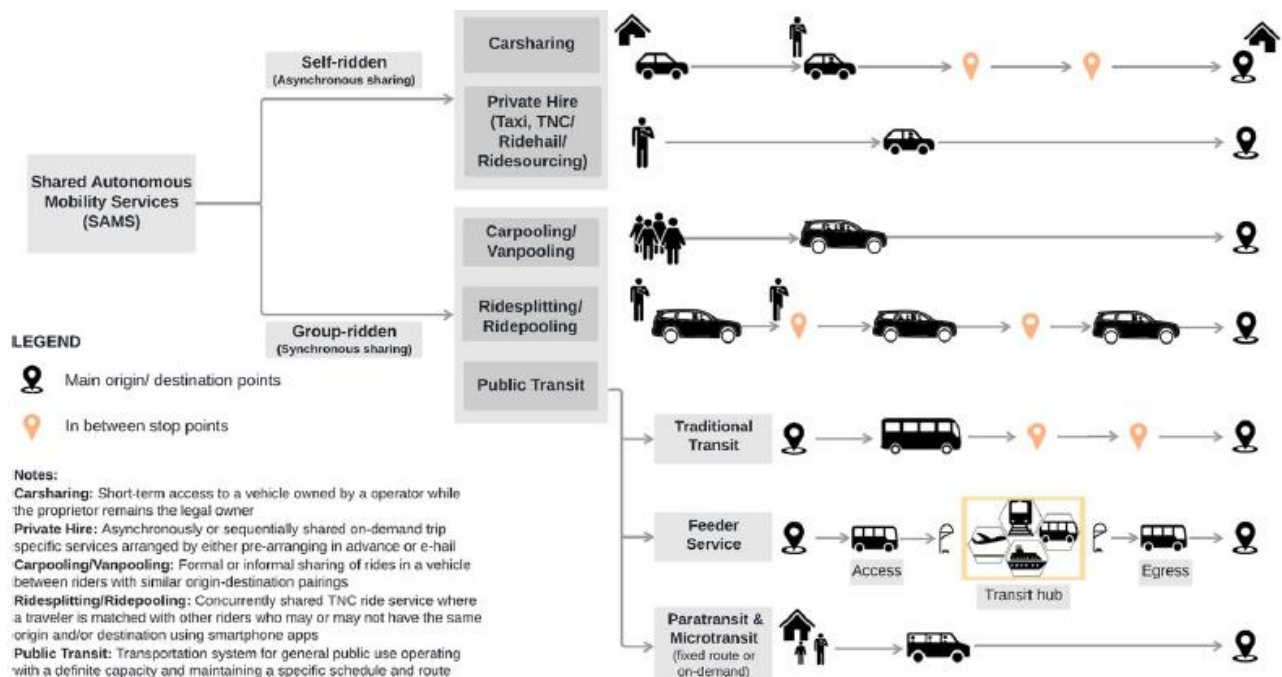


Figure 47 : Types de services de mobilité partagée automatisés

Méthodologie

La revue de littérature s'est concentrée sur l'étude de bases de données de recherche afin d'identifier les articles faisant référence aux services de mobilité partagée automatisés (Google Scholar, Scopus, Web of Science, ScienceDirect) : "autonomous", "automated", "driverless", "self-driving", ainsi que des caractéristiques comme "shared", "sharing", "mobility services", "taxi", "carsharing", "transit", "bus", "shuttle", "demand responsive", "mobility on demand", liés à l'objet d'étude : "acceptance", "acceptability", "adoption", "intention to use", "willingness to pay", "mode choice", "behavioral theories", "attitudinal

factors". Une recherche complémentaire à partir des références des articles considérés a été réalisée. Les articles ont ensuite été sélectionnés à partir de critères d'inclusion et d'exclusion.

Les articles inclus à la revue ont été publiés entre 2011 et 2021, réunissant uniquement de la littérature provenant de journaux, de revue et de papiers de conférences. Les publications assimilées à des rapports de gouvernements ou de l'industrie et toute publication non académique ont été exclues. Un total de 76 articles a été sélectionné, divisé en deux groupes : les études des transports publics et les études sur d'autres types de mobilité partagée.

Résultats

Les dimensions étudiées sont :

- l'acceptabilité au regard de l'acceptation, en considérant deux phases caractérisant la possibilité ou non d'être soumis à la technologie ;
- l'intention d'usage supposée de la technologie avec la particularité que la simple disposition sur le marché pourrait être un facteur de l'usage, les réponses étant largement dominées par les aspects culturels des répondants ainsi que par le type de mobilité introduit (navette, transport public) ;
- la perception du public introduisant que les bénéfices perçus ainsi que les inquiétudes conduisent respectivement à influencer positivement ou négativement l'acceptabilité ; les répondants étant généralement favorables à ces nouveaux services de mobilité en ce qu'ils permettraient d'élargir l'offre de mobilité pour tous et à toute heure, bien que certaines contraintes liées à la sécurité soient perçues comme un frein à l'acceptabilité ;
- les préférences en termes de choix modaux sont globalement représentatives des usages réels des usagers ;
- la fréquence d'usage (étudiée par une seule étude) faisant l'hypothèse que plus la fréquence d'usage était forte plus l'acceptabilité est forte également ;
- les construits autour de la propension à payer, définissant le prix le plus élevé que les usagers sont prêts à payer pour un produit ou un service, les études restantes clairsemées sur le sujet pour la mobilité partagée.

Sur la propension à payer en particulier, les études mettent en avant les résultats suivants :

- aux Etats-Unis, 41 % des usagers se disent prêts à payer au moins une fois par semaine une course dont le prix serait de \$ 1 par mile, soit considérablement moins que ce qu'ils paient aujourd'hui avec Uber ou Lyft (\$1.5 par mile) (Bansal et al. 2016),
- dans le contexte américain, les personnes sans emploi, de faible revenu (< \$ 30000 par an) et les voyageurs fréquents ont la plus faible propension à payer pour les services de mobilité partagée automatisés avec seulement \$ 1 par mile (Bansal et Kockelman. 2018),
- d'un autre côté, toujours aux Etats-Unis, les personnes qui voyagent fréquemment pour des raisons sociales ou de loisir ainsi que les personnes à mobilité réduite sont prêtes à payer respectivement entre \$ 2 et 3 par mile et \$ 3 par mile (Bansal et Kockelman. 2018),
- en Europe, les usagers sont prêts à payer entre 2 et 4 € pour une course courte de 10 km dans des zones urbaines pour y faire du tourisme (Battistini et al. 2020),
- en Italie, un usager moyen est prêt à payer jusqu'à 2.16 € par trajet ou à voyager 9 minutes de plus par trajet en utilisant un bus/taxi traditionnel au lieu d'utiliser un service de mobilité partagée automatisé pour le même trajet (Carteni. 2020),
- les usagers fréquents des technologies de communication à bord sont prêts à dépenser jusqu'à 1.41 € par voyage ou à voyager 5 minutes de plus à bord d'un service de mobilité partagée automatisé (Bansal et Kockelman. 2018).

Les études montrent également que la propension à payer est largement impactée et influencée par la question de la protection des données. Les répondants sont par ailleurs plus à l'aide à l'idée de voyager avec quelqu'un que seul dans un véhicule automatisé.

Les résultats sont également présentés en termes de facteurs impactant l'acceptabilité, selon les classes suivantes :

- les facteurs démographiques, parmi lesquels les plus étudiés sont le genre et l'âge, ainsi que le niveau d'éducation ; le fait d'être accompagné d'enfants ou de membre de sa famille ; le fait d'habiter dans une aire urbaine avec une large offre de mobilité,
- les attributs du niveau de service, incluant le prix du ticket, le coût au kilomètre, les coûts d'adhésion, l'accès au service, sa fréquence, sa capacité, sa fiabilité (retard) ainsi que le confort du transport sont les composantes principales,
- les modèles comportementaux de déplacement, qui mettent en avant que les utilisateurs réguliers de la voiture sont moins enclins à utiliser les services de mobilité partagée automatisés que les usagers des transports en commun réguliers,
- les facteurs psychologiques, largement étudiés par le biais de modèles comportementaux (TAM, UTAUT, TIB, TPB) permettant de trouver des corrélations entre les caractéristiques sociodémographiques des répondants et les composantes de l'acceptabilité à travers le niveau de confiance, la sécurité perçue, l'utilité perçue, l'intention d'usage ou la propension à payer par exemple.

En termes d'analyse des facteurs psychologiques, les modèles mettent en avant que les normes subjectives (sociales) ont une influence sur la perception des services de mobilité partagée automatisés chez les usagers. Les normes sociales influent ainsi sur la confiance collective, et si elles n'influencent pas directement sur l'intention d'usage, elles ont un rôle de médiateur sur l'usage perçu et les attitudes au regard d'un service. Ceci signifie qu'à l'introduction de tels services automatisés sur le marché, les usagers auront certainement une approche consistant à voir comment les autres appréhendent le service.

D'autre part, le contrôle comportemental perçu est influencé négativement par le risque perçu, l'utilité et la facilité de l'usage perçus ne jouant des rôles qu'indirects sur les attitudes. Les performances attendues ont également tendance à influencer l'acceptabilité positivement, contribuant à améliorer la perception des usagers sur la capacité de ces services à assurer la fonction pour laquelle ils sont conçus. Dans ce sens, les conditions facilitatrices mises en avant par les industries ou dans les politiques de déploiement sont autant de facteurs positifs à l'acceptabilité.

Les modèles comportementaux basés sur l'utilisateur (UTAUT) mettent en avant que la perception de l'utilité de la technologie, la facilité de son usage, l'influence sociale, les coûts d'usage, les croyances des usagers sur l'usage ou encore la motivation hédonique sont des composants influençant l'acceptabilité et l'intention d'adopter la technologie.

Le facteur qui est présenté comme le plus impactant l'acceptabilité est la confiance, qui détermine l'état psychologique selon lequel le public accepte la vulnérabilité dans une situation impliquant un risque. Le niveau de confiance est la plupart du temps une représentation de ce que les usagers pensent et une reconstitution imaginaire de ce qu'ils entendent par mobilité partagée automatisée. Le niveau de confiance est ainsi très vulnérable aux normes sociales et aux informations partagées a priori et évolue avec l'usage que les usagers peuvent avoir. En ce sens, la confiance est un paramètre sensible, qui a vocation à évoluer considérablement avec l'usage et la réalité des conceptions après mise en situation des usagers.

Enfin, le plaisir ou la motivation hédonique mesurent le niveau d'attractivité d'un service et le plaisir des usagers à l'usage. En ce sens, ce facteur témoigne une corrélation positive à l'acceptabilité, mais dans une moindre mesure que les facteurs susmentionnés.

Une autre caractéristique de la revue de littérature sur les services de mobilité partagée automatisés est la possibilité de comparer les typologies de services entre eux. Les résultats mettent en avant que les facteurs de l'acceptabilité des services de mobilité automatisés dans le cadre des transports en commun sont différents de ceux des services de mobilité particuliers. Dans le cas des transports en commun, les facteurs sont plutôt situés autour de la satisfaction de l'expérience et au confort de l'expérience, bien qu'ils soient initialement attirés par la qualité de service. Enfin, les mises en situation à bord de véhicules automatisés (la plupart du temps sous la forme de navettes) augmentent l'acceptabilité. Pour le cas des transports

particuliers ou qui ne s'assimilent généralement pas à du transport en commun, les études montrent que l'expérience augmente également l'acceptabilité bien que des analyses plus poussées soient requises. Dans le cas des services de mobilité partagée particuliers, il a été relevé que l'acceptabilité est négativement liée au fait de partager le trajet avec des étrangers.

Conclusions et implication

Les résultats mettent en avant que les usagers sont globalement intéressés par le contenu du service de mobilité qui est mis à leur disposition et que l'acceptabilité des services de mobilité automatisés y est largement dépendante. Des recherches sont requises sur les aspects particuliers des interactions hommes-machines afin de déterminer les éléments qui affectent positivement leur acceptabilité.

Comme déterminé par la revue de littérature, les marqueurs sociaux sont perçus comme étant un facteur vital de l'acceptabilité, les stratégies commerciales devant intégrer proprement le maintien de l'évaluation de ces normes. Des campagnes de communication afin de mesurer les craintes et de limiter les fausses informations sont nécessaires afin de construire l'acceptabilité du public. En outre, les mises en situation sont un moyen d'améliorer l'acceptabilité sociale.

Enfin, d'un point de vue des politiques publiques, les coûts sont un facteur clef de l'acceptabilité et en particulier de l'intention d'usage et d'adopter les services de mobilité partagés automatisés. Les faibles valeurs de propension à payer des usagers témoignent encore d'une faible acceptabilité à l'usage.

z. The Integration of Shared Autonomous Vehicles in Public Transportation Services: A systematic Review. Patella et al. Sustainability. (2023)

Cet article propose une revue de littérature sur l'intégration des véhicules automatisés partagés dans le système de transport public. En particulier, les auteurs s'intéressent à la manière d'intégrer les véhicules automatisés partagés dans le système de transport actuel afin d'améliorer la mobilité collective.

La revue de littérature sélectionne les articles à partir des questions de modélisation et de simulations qu'ils adressent ainsi qu'à partir des aspects liés à l'organisation du service.

Méthodologie

La revue de littérature a été constituée sur un processus en trois étapes : l'identification d'une base de données d'articles, la sélection des articles pertinents et l'intégration à la base finale.

L'étape d'identification a consisté à sélectionner les articles dont les titres contenaient les termes suivants : ("shar* autonomous vehicle" ou "shar* driverless car" ou "shar* driverless vehicle" ou "shar* automated car" ou "shar* automated vehicle") et ("public transport" ou "mass transit"). Les articles ont été piochés dans des livres, des notes, des éditoriaux.

La sélection a consisté à supprimer les articles non rédigés en anglais ainsi que les revues, faisant état d'articles publiés à part entière. Les articles consistant à opposer les services de transport automatisés aux transports publics actuels ont été supprimés car ne faisant pas état d'une intégration des premiers dans les systèmes existants.

Enfin, des articles ont été ajoutés à la liste finale en réalisant des recherches boules de neige à partir des références (soit des articles sélectionnés eux-mêmes, soit considérant les articles sélectionnés comme références d'autres publications).

Au total, 27 publications ont été introduites dans l'étude, avec une croissance des productions depuis 2016 et une popularité importante depuis 2020. La revue s'est concentrée sur la période 2016, mars 2023.

Résultats

L'analyse s'est organisée en deux parties : la première a consisté à comparer les modèles et les simulations choisis pour l'intégration de la mobilité automatisée partagée dans les systèmes de transports publics actuels, notamment autour des indicateurs de performance ; la seconde s'est intéressée sur les modèles opérationnels du déploiement envisagé, dont les politiques mises en place, les tarifications par exemple.

Approches méthodologiques

Les modèles de simulations basées sur des agents sont les approches privilégiées dans la littérature car elles permettent de modéliser les interactions entre les véhicules et les passagers. Ces modèles permettent d'évaluer l'efficacité des flottes et des stratégies opérationnelles dans les aires d'étude. Ils permettent notamment de comparer différents scénarios de déploiement basés sur des services différents (porte-à-porte, à la demande) avec des flottes différentes (taille de flottes et capacité de flottes).

Les techniques d'optimisation sont également trouvées quand il s'agit d'intégrer les services de mobilité partagée dans le système des transports publics. Il s'agit d'optimiser les temps de trajets et d'attente des passagers ainsi que les kilomètres parcourus par la flotte (au total et à vide). Les modèles s'intéressent aussi à la taille de la flotte à introduire pour assurer un service comparable aux transports publics existants ou bien pour compléter celle-ci en accord avec la capacité de desserte effective. Certains auteurs incluent explicitement la conception du service de transport en commun comme une partie de la technique d'optimisation, obligeant à repenser totalement le service global (conventionnel et automatisé).

Des enquêtes sous forme de questionnaires et de techniques de modélisation comportementales permettent également d'étudier l'intégration des véhicules automatisés partagés dans le système de transports publics. Ces études permettent d'intégrer dans la modélisation les préférences déclarées et les comportements ainsi que les tendances comportementales des usagers ; la prise en compte des usagers est considérée alors comme une donnée clef de la réussite de l'intégration de ces nouveaux systèmes dans le système existant.

Des auteurs vont même jusqu'à proposer un schéma de planification des transports à partir d'une enquête en ligne mesurant les impacts de la conduite autonome dans l'environnement construit. Ils mettent en avant que la perception de la sécurité est un des aspects importants pour le déploiement des véhicules automatisés. La question de l'intégration de ces systèmes sur la voirie existante, en trafic mixte, par opposition à la création d'une infrastructure dédiée est également étudiée.

Aspects opérationnels

Les aspects opérationnels de l'intégration des systèmes de transport routier automatisés partagés est au cœur des études dans la mesure où ils forment un indicateur de la complémentarité du système de transport. Les transports publics existants sont souvent conçus sur des trajets fixes et avec des grilles horaires (ou des fréquences) et sont particulièrement appropriés pour les axes de forte demande, tandis que les systèmes de transport partagés automatisés sont potentiellement adaptés pour une plus faible densité en répondant à une demande plus faible. En particulier, les systèmes de véhicules partagés sont appropriés à cette typologie d'usage, avec des véhicules plus petits, adaptés à une desserte plus fine du territoire et à la demande.

Par ailleurs, les articles mettent en avant que les services de transport automatisés partagés et particuliers (dans lesquels la course n'est pas partagée avec d'autres voyageurs, dont l'exemple le plus poignant est celui des robots-taxis) pourraient avoir des retombées négatives par la multiplication des trajets, l'augmentation de la congestion et une forte attractivité sur une population utilisant actuellement les transports publics. Des scénarios ont été simulés avec des taux de remplissage différent des véhicules afin de quantifier les effets des différents systèmes opérationnels.

Les services automatisés partagés se prêtent particulièrement bien à compléter le système de transport existant en ajoutant des dessertes du système de transport public lourd existant, sur des itinéraires rassemblant une plus faible demande ou le système de transport actuel est peu performant (faible fréquentation, fréquence faible, distances courtes, lignes isolées). Les études ont également étudié les politiques de réservation possibles (basée sur une réservation en amont ou bien à la demande), sur la localisation des points de prise/dépose (points de rassemblement ou choisis) et leurs répercussions sur la répartition des véhicules de la flotte.

Les articles étudiant le remplacement des lignes de transport existantes ont été supprimés. Par ailleurs, dans un objectif d'amélioration de celui-ci, certains articles retenus proposaient un remplacement partiel de certaines lignes de transport public, en complément des lignes de transport de masse.

Conclusion

La revue de littérature a proposé d'identifier les études pouvant fournir des éclairages sur l'intégration des systèmes de transport routier automatisés partagés dans le système de transport existant. Les analyses se sont basées sur le contexte de la desserte (milieu urbain ou périurbain), les caractéristiques du service (particulier, partagé, type d'intégration) et le type d'infrastructure (voie dédiée, trafic mixte). Les modélisations intègrent des outils de simulation, d'optimisation et les choix et stratégies d'intégration.

Les analyses mettent en avant que lorsque les systèmes de transport automatisés partagés sont utilisés pour alimenter la desserte du transport de masse, ils pourraient faire augmenter l'attractivité des transports en commun. Dans ce cadre, la revue de littérature n'a pas permis de mettre en lumière les trois points suivants :

- identifier les meilleurs points de rapatriement pour intégrer les véhicules automatisés partagés pour la desserte du premier/dernier kilomètre ;
- déterminer l'extension et la zone d'opération des véhicules automatisés partagés au regard du réseau existant ;
- choisir la stratégie à adopter pour choisir les lieux de prise/dépose lorsque les véhicules automatisés partagés sont utilisés comme distributeurs du réseau de transport de masse.

aa. Assessing Public Acceptance of Autonomous Vehicles for Smart and Sustainable Public Transportation in Urban Areas: A Case Study of Jakarta, Indonesia. Sitinjak. Sustainability. (2023)

Cette étude a pour objectif d'examiner les avantages et inconvénients des véhicules de transport en commun automatisés sur un public d'indonésiens.

A partir de la littérature, l'analyse cherche à répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les principales préoccupations du public vis-à-vis de l'implémentation de transports publics automatisés sur les routes ?
- Quels sont les facteurs influençant les préférences des usagers en ce qui concerne l'implémentation de transports publics automatisés sur les routes, comme le type de véhicules, le niveau d'automatisation et le degré d'engagement de l'humain ?
- Comment les inquiétudes des usagers, les attentes et les préférences varient suivant les caractéristiques démographiques ?

Méthodologie

Une enquête en ligne a été conduite afin de rechercher les inquiétudes, les bénéfices et les préférences des usagers au regard de l'implémentation de transports publics automatisés à Jakarta, en Indonésie. L'enquête a été construite sur la base de 49 items.

Les participants ont été recrutés à travers un appel à participants par messages WhatsApp notamment entre janvier et août 2022. Un total de 210 participants a été obtenu, âgés entre 17 et 61 ans. La population n'est pas représentative de la population indonésienne dans la mesure où près de 45 % des répondants sont des étudiants (population plus jeune et plus diplômée). Malgré cela, près de 87 % des répondants ont déclaré utiliser tous les jours les transports publics, ce qui est cohérent avec les chiffres de l'autorité nationale des transports.

Sur les 49 items du questionnaire, 5 concernaient les inquiétudes, 7 les bénéfices, 11 les préférences de déploiement. Les réponses ont été récoltées suivant une échelle de Likert en cinq points. Trois affirmations ont été utilisées dans le cadre de l'étude et répondues suivant la même échelle de Likert :

- je m'attends à utiliser les transports publics automatisés lorsque ceux-ci deviendront disponibles ;
- je partage qu'utiliser les transports publics automatisés améliorera mes déplacements ;
- j'accepte le fait qu'utiliser les transports publics automatisés puisse être bonne chose.

Des analyses statistiques basées sur le modèle UTAUT ont été réalisées et ne sont pas décrites dans ce rapport.

Résultats

Avant la participation à l'étude les participants ont renseigné leur degré de connaissance des véhicules automatisés en général. Parmi les répondants 25 % n'avait pas de connaissance préalable tandis que 14 % ont rapporté avoir une bonne compréhension du sujet.

En termes d'expériences passées avec les véhicules automatisés, 42 % ont rapporté avoir déjà utilisé un transport automatisé tandis que 47 % ont déclaré ne pas en avoir utilisé.

Les résultats par tranches d'âge mettent en avant que plus les personnes sont âgées, plus elles ont tendance à avoir des inquiétudes envers les transports publics automatisés. De plus, plus les personnes sont âgées, plus elles semblent avoir de fortes attentes concernant les bénéfices des transports publics automatisés.

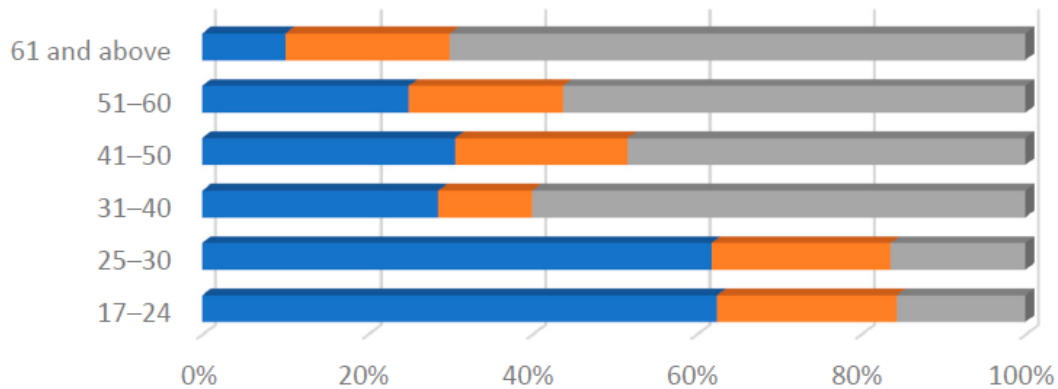


Figure 48 : Inquiétudes déclarées en fonction de l'âge des participants

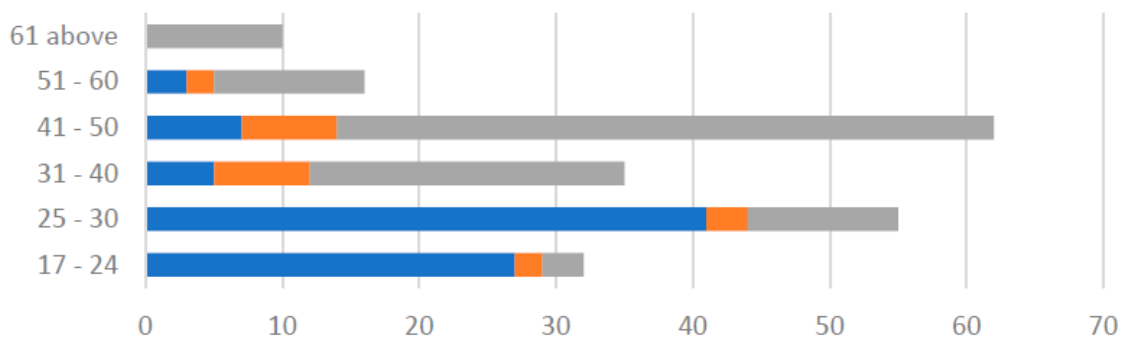


Figure 49 : Bénéfices attendus en fonction de l'âge des participants

L'étude suggère ainsi que les usagers sont d'autant plus attentifs aux composantes du service de transport qu'ils sont âgés : retards éventuels, densité de passagers, inquiétudes liées à la sécurité. Du fait d'une plus grande expérience des transports en commun, les publics âgés ont souvent une meilleure compréhension des bénéfices et inconvénients de ceux-ci.

Les analyses socioprofessionnelles indiquent que les fonctionnaires sont d'autant plus inquiets à propos des systèmes de transport routier automatisés dans le cadre d'un service de transport public que les autres catégories socioprofessionnelles, en accord avec les valeurs de service public portées par la fonction publique. Ceci témoigne des craintes sur la capacité des systèmes de transport routier automatisés à s'intégrer dans le système de transport public existant. Par ailleurs, ce sont aussi les fonctionnaires qui attendent les bénéfices les plus importants de l'introduction des systèmes de transport publics automatisés dans le système existant.

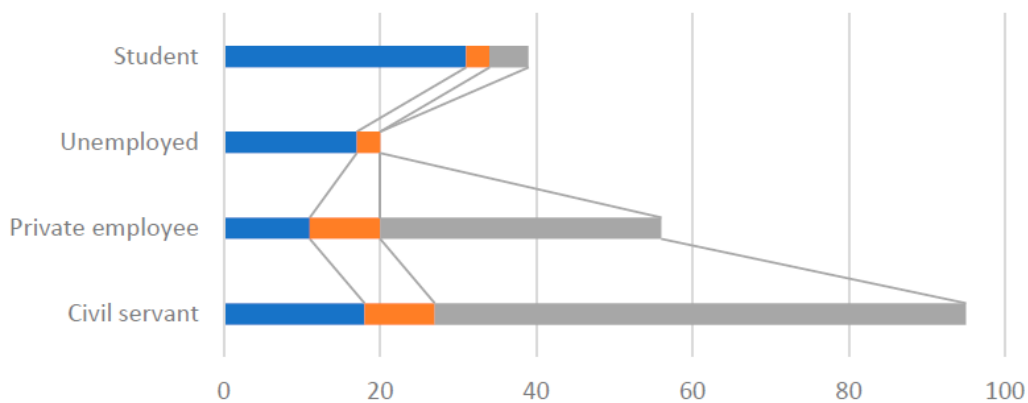


Figure 50 : Inquiétudes déclarées en fonction des profils socioprofessionnels

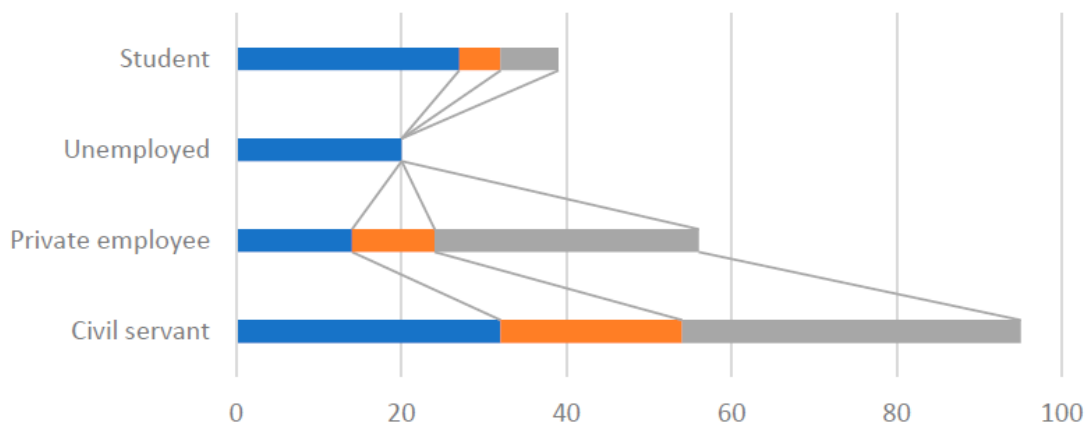


Figure 51 : Bénéfices attendus en fonction des profils socioprofessionnels

Par ailleurs, les résultats mettent en avant que les répondants évaluent les véhicules automatisés comme non capables de réaliser la tâche de conduite comme un conducteur humain et sont de plus inquiets pour leur sécurité en ce qui concerne la potentielle intégration de systèmes de transport routier automatisés à Jakarta.

De plus, les répondants pensent que les véhicules automatisés vont supprimer des emplois, qu'ils sont vulnérables face aux attaques liées à la cyber sécurité. Enfin ils déclarent que des problèmes légaux vont survenir lorsque ces systèmes seront implémentés sur les routes. Les répondants se montrent ainsi très inquiets et réticents à l'intégration de systèmes de transport public automatisés.

L'étude a évalué plusieurs bénéfices attendus : la prévalence des véhicules automatisés sur les véhicules conventionnels, une réduction de la congestion dans la capitale (Jakarta), résolution de la conduite de conducteurs sans permis, augmentation de l'efficacité de se déplacer dans la ville, amélioration de la fiabilité des transports publics, réduction du temps de trajet et solution de transport pour les personnes à mobilité réduite. Les résultats montrent ainsi que l'introduction des véhicules automatisés dans le système de transport public est perçue positivement, bien que les résultats étaient globalement proches d'un avis neutre. Aucune distinction significative n'a été observée selon l'âge ou les profils socioprofessionnels des répondants. Cependant, des distinctions ont été observées à deux niveaux :

- les hommes avaient globalement une meilleure perception des véhicules automatisés dans le cadre des transports en commun que les femmes ;
- les personnes avec un niveau d'étude supérieur (universitaire) avaient une meilleure perception des bénéfices des véhicules automatisés au regard de leur intégration dans le système de transport public que les personnes moins éduquées.

Des différences significatives ont été cependant relevées en ce qui concerne la mise en commun des bénéfices, des inquiétudes et des préférences déclarées des participants sur les facteurs sociodémographiques suivants : l'âge, le statut professionnel, le niveau d'éducation, la situation maritale, les capacités physiques et enfin le genre.

Sur la question spécifique des préférences sur la manière d'implémenter les systèmes de transport publics automatisés dans le système de transport, 11 opinions ont été étudiées. Les participants ont dû partager leur avis concernant la présence d'un opérateur à bord. Les évaluations statistiques ont révélé que chacune des assertions a été évaluée pertinente dans le cadre de l'étude. Les différences les plus significatives ont été observées selon le niveau d'éducation.

Enfin, l'étude a cherché à analyser les relations pouvant exister entre l'état d'esprit des participants (bénéfices, inquiétudes) et les préférences relevant de l'implémentation. De manière non surprenante, une corrélation négative a été trouvée entre les attitudes inquiètes et l'intégration de ces systèmes dans les transports publics. D'un autre côté, les profils plutôt inquiets mais percevant des bénéfices étaient davantage liés à une approbation de leur intégration dans le système de transport public. De même, les résultats sur les profils percevant des bénéfices ont montré qu'ils ont un effet dissipateur sur les inquiétudes concernant les transports publics automatisés. Plus globalement, les analyses statistiques ont mis en avant une dépendance sur l'acceptabilité.

Conclusion

Cette étude réalisée en Indonésie donne des éclairages sur les facteurs de l'acceptabilité qui influencent les bénéfices perçus et les inquiétudes des participants, bien que globalement, l'acceptabilité des systèmes de transport automatisés dans les transports en commun progresse. Les principales inquiétudes partagées concernent la sécurité et le régime de responsabilité applicable à ces systèmes. Cette étude met également à jour que certains facteurs sociodémographiques influencent l'acceptabilité.

bb. Influence of real and video-based experience on stated acceptance of connected public transportation and autonomous vehicles in a transit mall: A hybrid choice modeling approach. Namung et al. Transportation Research Part A. Elsevier. (2023)

Une analyse de préférences déclarées a été conduite à Hiroshima au Japon afin d'étudier l'acceptabilité d'une ligne de transport en commun automatisée. Les variations des perceptions ont été étudiées dans trois groupes de répondants :

- un groupe ayant eu une réelle expérience à bord du système de transport routier automatisé ;
- un groupe basé sur une expérience vidéo leur présentant le fonctionnement du nouveau service et les perspectives des nouveaux systèmes de transport ;
- un groupe témoin ayant reçu uniquement une information introductive à l'automatisation d'une ligne de transport routier automatisée (sur la base d'une vidéo).

La littérature s'intéressant souvent à l'acceptabilité de la technologie elle-même et seule, l'article propose d'inclure l'environnement de circulation et l'infrastructure dans l'analyse, dans la mesure où une nouvelle ligne de transport en commun modifie aussi l'environnement sur lequel elle est déployée. En conséquence, étudier l'acceptabilité de l'environnement de circulation (notamment les aspects de connectivité) d'une nouvelle ligne de transport en commun est une clef de l'acceptabilité du service.

Méthodologie

L'objectif est de mesurer les préférences déclarées sur l'acceptabilité d'une nouvelle ligne de transport routier automatisée par les trois groupes de répondants du concept présenté, sur la base d'une expérience réelle et d'une expérience par vidéo.

La sélection des participants pour l'expérience en conditions réelles a été réalisée sur la base du volontariat, ceci pouvant introduire un biais dans les résultats. Pour contrôler ce biais, deux variables attitudinales ont été introduites : les implications éthiques, légales et sociales ainsi que les personnalités prenant des risques ; accompagnées d'un modèle de choix hybride. De plus, pour compenser le fait que les impacts de l'expérience en conditions réelles puissent être spécifiques aux attributs choisis, une analyse des interactions a été

réalisée entre le type d'expérience et les variables caractérisant la ligne de transport (par exemple les avantages de la connectivité sont plus aisément appréhendables sans expérience à bord tandis que le retrait des barrières de sécurité peut être plus difficilement imaginable à travers une vidéo).

Echantillon ayant expérimenté le système en conditions réelles

Des participants ont été recrutés dans la ville d'Hiroshima les 4 et 5 décembre 2020. Dans l'expérience, des services de tramway et bus connectés sont installés dans l'environnement du bâtiment principal de l'entreprise qui exploite les services de transport en commun de la ville. Un arrêt de transport est rendu commun entre les deux lignes afin de faciliter les correspondances et fluidifier le trafic sur les autres voies. L'expérience inclut des dispositifs de communication V2V (tram-bus), notamment pour aider les conducteurs à s'insérer et quitter de manière souple les voies de tramway, et des dispositifs de communication V2I-I2V pour contrôler les cycles de feux afin de donner la priorité aux bus et tramways.

Pour ne pas gêner le fonctionnement normal des transports publics, l'expérience a été conduite de nuit, sous la couverture de l'autorité exploitante et des forces de police.

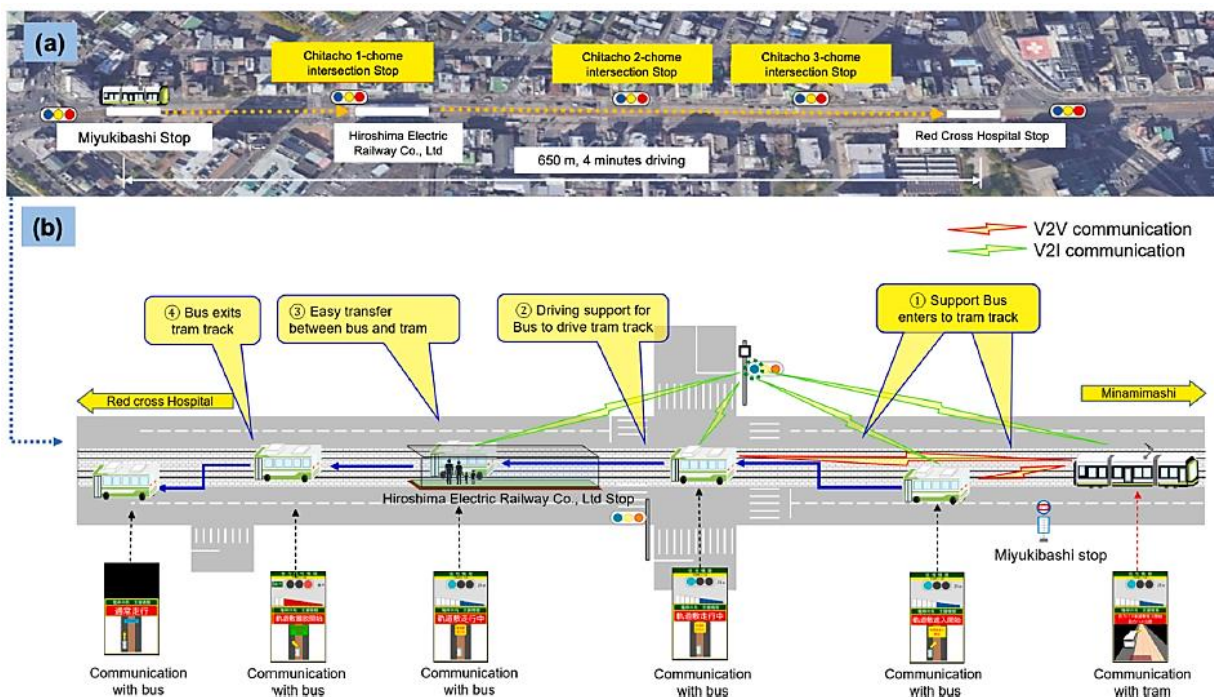


Figure 52: Site de l'expérimentation et solutions de communication avec les tramways et bus.

Un total de 34 participants a été recruté sur la base du volontariat à partir de publicités. Les participants, citoyens de la ville, sont composés d'agents publics, d'étudiants, d'employés et de chefs d'entreprises.

En amont de l'expérimentation, les participants ont eu une introduction de 15 minutes environ. L'instructeur à bord du bus ou du tramway a expliqué la vision future de la ville d'Hiroshima en matière de services de transport, y compris sur la manière dont les technologies de l'automatisation et de la connectivité pouvaient servir les transports publics et être bénéfiques. Le fonctionnement des technologies de connectivité (V2V et V2I) a également été présenté.

Pendant l'expérience les participants ont pu tester le fonctionnement de la communication et des échanges d'information entre les bus et tramways ainsi qu'avec l'infrastructure connectée (pour le passage des feux) et appréhender la capacité de la connectivité de rendre le trafic plus fluide et la conduite plus sûre. Les participants ont testé aussi bien le bus connecté que le tramway connecté. Un moniteur à l'intérieur des véhicules leur a permis de comprendre comment la communication fonctionnait entre les véhicules d'une part et entre les véhicules et l'infrastructure connectée d'autre part.

Après l'expérience, les participants ont dû décrire leur ressenti de l'expérience. Les participants ont évalué positivement l'introduction de la technologie innovante et ont senti qu'elle pouvait améliorer la fiabilité et la sécurité des services de transport. Ils ont aussi exprimé que ces technologies pouvaient améliorer

l'acceptabilité (en donnant des informations sur une intersection et la sécurité perçue). Par ailleurs, l'expérience a aussi soulevé des inquiétudes sur l'introduction de ces nouveaux services, notamment sur les facteurs liés à l'infrastructure (la présence d'autres véhicules, les conditions climatiques).

Echantillon ayant expérimenté le nouveau système de transport par une vidéo explicative

Une étude en ligne a été réalisée en janvier 2021. Une vidéo de 20 secondes a été présentée à 954 personnes, montrant l'environnement futur de la ville d'Hiroshima. Le système de transport du futur a été imaginé montrant de nouveaux services de mobilité incluant des véhicules connectés et automatisés et des éléments d'infrastructure dont des dispositifs de sécurité.

Parmi les 954, 480 ont été sélectionnés au hasard et ont été soumis à une autre vidéo, basée sur l'expérience réelle dans la ville de Hiroshima (à laquelle ont été soumis les participants du premier échantillon) et mettant en avant les bénéfices et la sécurité de la ligne de transport, notamment sur le fonctionnement des échanges entre les véhicules et l'infrastructure pour garantir la sécurité.

Analyses des préférences déclarées

Deux types de facteurs ont été étudiés en lien avec l'acceptabilité de la nouvelle ligne de transport : ceux liés au service de transport et ceux liés à l'infrastructure.

Un questionnaire a été soumis à tous les répondants permettant d'interroger deux dimensions : la désirabilité (*souhaitez-vous vivre dans une ville avec ce genre de services de transport ?*) et la sécurité perçue (*vous sentez-vous en sécurité dans ce transport ?*). Ces questions ont été répondues selon une échelle de Likert en cinq points (1 – pas du tout d'accord ; 5 – totalement d'accord). Un total de 18 scénarios a été généré ; les répondants n'en ont évalué que neuf pour des raisons de complexité.

Les scénarios imaginés comprenaient :

- des tramways automatisés circulant sur voies dédiées (rails),
- des véhicules automatisés circulant sur les voies de tramways,
- des bus et des tramway connectés et échangeant de l'information,
- un arrêt commun aux transports automatisés afin de ne pas congestionner la voie de trafic,
- un environnement partagé entre les usagers et les véhicules,
- des voies de tramway protégées.

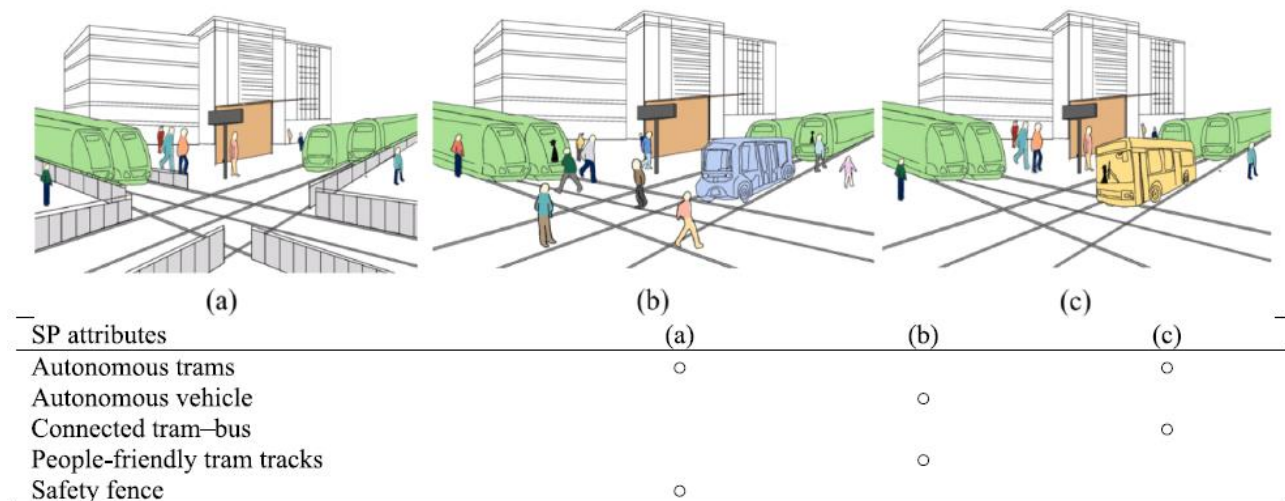


Figure 53 : Exemples de scénarios combinant les typologies d'environnements et les services du futur

A la suite des questions sur les scénarios, des questions sur leurs attitudes leur ont été posées afin de comprendre si les participants avaient des connaissances préliminaires sur les nouveaux systèmes et services de transport et les nouvelles infrastructures (notamment sur leur connaissances d'expérimentations de véhicules automatisés sur la voie publique en dehors du Japon).

Les biais liés au volontariat des répondants pour le premier échantillon ont été contrôlés par des questions sur la perception du risque et sur les impacts éthiques et sociaux : quatre questions ont été posées en lien au régime de responsabilité, aux assurances, au cadre législatif et à la gestion de ces services.

Résultats

Les résultats mettent en avant que les personnes n'ayant pas participé à l'expérience en conditions réelles ou reçu une vidéo explicative détaillée tendent à ne pas accepter l'intégration de ces nouveaux services de mobilité (véhicules automatisés et connectés). Le désir de vivre dans une ville où existent ces transports du futur décroît lorsque les espaces sont partagés avec les piétons, notamment en raison d'une augmentation du risque perçu d'accidents. De même l'introduction de barrières de sécurité fait décroître l'acceptabilité du fait de l'environnement rendu moins vivable. Par ailleurs, les barrières de sécurité augmentent la sécurité perçue.

L'expérience permise à la fois par la mise en situation et les vidéos détaillées améliorent à la fois la désirabilité et la sécurité perçue. L'influence de l'expérience en conditions réelles a été positivement plus importante que la vidéo détaillée sur l'acceptabilité. En revanche, l'attrait et la sécurité perçue ont été plus faible pour le groupe expérimentant en conditions réelles par rapport aux groupes soumis aux vidéos lorsque les voies de tramway étaient partagées. Le groupe ayant expérimenté en conditions réelles s'est montré moins désireux face à la présence de barrières de sécurité, notamment en cas de conditions météorologiques défavorables entre bus et tramway, ce qui montre une meilleure compréhension du dispositif lors de l'expérience. Bien que les groupes soumis à l'expérimentation (vidéo ou réelle) aient une meilleure acceptabilité que le groupe témoin, des différences significatives ont été relevées entre les deux groupes.

Les répondants du groupe vidéo ont eu tendance à penser que les véhicules automatisés allaient améliorer la sécurité, de manière plus prononcée que les répondants du groupe de l'expérience réelle et que le groupe témoin. Ce résultat peut être dû au fait que la vidéo montrée aux répondants mettait l'accent sur les bénéfices en termes de sécurité apportés par les nouveaux services de transport. De plus, les personnes soumises aux vidéos avaient tendance à avoir une meilleure perception de l'attrait pour ces services et de la sécurité perçue. Cependant, aucune différence significative sur la perception de l'infrastructure n'a été remarquée, ce qui tend à indiquer qu'une expérience vidéo peut changer l'acceptabilité des services de transport mais n'est pas capable de fournir la compréhension adéquate de l'infrastructure environnante.

En ce qui concerne les attributs individuels, les résultats ont mis en avant que la connaissance préliminaire a tendance à améliorer l'attrait et la sécurité perçue. De la même manière les personnes avec un niveau de risque élevé et se déclarant concernées par les impacts éthiques et sociaux, avaient en général un niveau d'acceptabilité des nouveaux transports plus élevé (attrait et sécurité perçue plus élevés).

Les impacts éthiques, légaux et sociaux étaient plus importants pour les personnes âgées, les étudiants ainsi que les personnes ayant tendances à conduire souvent. Cet attribut était influencé positivement chez les personnes ayant des connaissances préalables sur les technologies automatisées et connectées ainsi que chez les personnes ayant la connaissance de zones d'expérimentations en dehors du Japon.

A propos de la notion de prise de risque, les personnes les plus âgées avaient tendance à prendre moins de risques que les plus jeunes, ce constat s'observant également chez les conducteurs par rapport aux personnes ne conduisant pas.

Etude de l'acceptabilité des scénarios proposés

Les trois scénarios considérés sont les suivants :

- (0) Scénario de base du système de transport actuel de la ville d'Hiroshima : pas de véhicule automatisé ni de véhicule connecté, barrière de sécurité sur les voies de tramway et pas de partage de la voirie avec les piétons
- (1) Scénario avec des transports publics automatisés et connectés, des barrières de sécurité et pas de partage de la voirie avec les piétons
- (2) Scénario avec des transports publics automatisés et connectés, pas de barrières de sécurité et un partage de la voirie avec les piétons

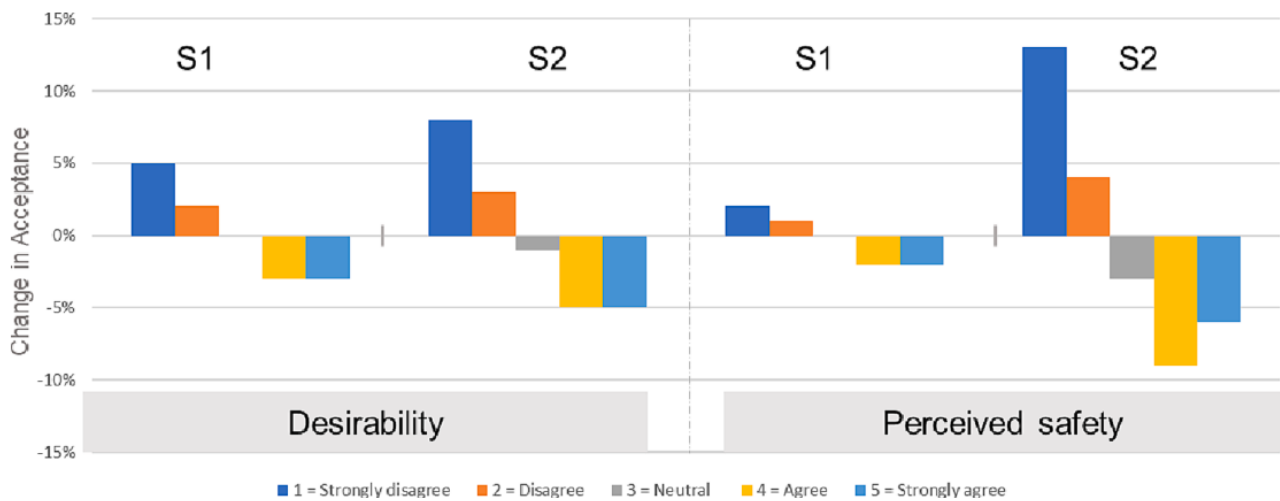


Figure 54 : Impact de chaque scénario sur l'acceptabilité déclarée des répondants du groupe témoin par rapport au scénario de base

Les personnes du groupe témoin préfèrent majoritairement vivre dans une ville où il n'existe pas de service de transport du futur et ont une mauvaise perception de la sécurité dans de tels systèmes.



Figure 55 : Impact des variables socioéconomiques, de la connaissance a priori et de l'expérience réelle sur la désirabilité de vivre dans une ville avec ces nouveaux services de mobilité. [k_tram : connaissance de voies de tramway partagées avec les piétons dans d'autres pays ; k_social : connaissance d'expérimentations de véhicules automatisés sur la voie publique dans d'autres pays ; k_both : connaissance des deux précédentes notions].

L'expérience, qu'elle soit sous forme de vidéos ou en conditions réelles, a une plus forte influence sur la désirabilité que les variables socioéconomiques. La connaissance de l'existence d'expérimentations de véhicules automatisés ainsi que du partage de la voirie entre le tramway et les piétons dans d'autres pays est positivement liée au désir d'habiter dans une ville disposant de ces nouveaux services de mobilité. Dans le cas du scénario 2, la connaissance des expérimentations de véhicules automatisés et du partage de la voirie avec les piétons dans d'autres pays, a une influence similaire à l'expérience (vidéo ou réelle).



Figure 56 : Impact des variables socioéconomiques, de la connaissance a priori et de l'expérience réelle sur la sécurité perçue de ces nouveaux services de mobilité. [*k_tram* : connaissance de voies de tramway partagées avec les piétons dans d'autres pays ; *k_social* : connaissance d'expérimentations de véhicules automatisés sur la voie publique dans d'autres pays ; *k_both* : connaissance des deux précédentes notions].

En ce qui concerne la sécurité perçue, le scénario 1 a montré une plus forte influence de l'expérience par rapport à toutes les autres variables, certainement en raison du fait que l'expérience a permis aux répondants de comprendre l'environnement. La sécurité perçue augmente après avoir vu ou tenté l'expérience dans les deux scénarios. L'impact des variables socioéconomiques a été faible dans les deux scénarios sur la sécurité perçue. De même que pour la désirabilité, la connaissance de l'existence de voies de tramway partagées avec les piétons augmente la sécurité perçue des futurs systèmes de transport imaginés.

Conclusion

L'étude a mis en évidence que les répondants ont été particulièrement peu enclins à vivre dans une ville présentant des services de transport avec des véhicules automatisés, connectés, avec les voies partagées avec les piétons et des barrières de sécurité, certainement en raison du faible niveau de familiarisation avec ces services et que les répondants ont été très soucieux de la sécurité.

Les préférences déclarées ont été significativement différentes selon que les répondants aient eu une expérience sous forme de vidéo ou en conditions réelles : la vidéo ayant une influence sur le système de transport tandis que les conditions réelles ayant une influence plus importante sur l'infrastructure. Les informations vidéo ont manqué de perspectives aux répondants pour comprendre l'environnement des véhicules en dehors du système de transport lui-même.

Les analyses des scénarios ont également mis en avant qu'une expérience supplémentaire a une influence sur l'acceptabilité, mais que celle-ci peut être influencée par les connaissances antérieures des répondants.

De ce fait en considérant les perspectives des politiques publiques, l'acceptabilité des nouveaux services de mobilité automatisée et connectée peut être influencée par la mise à disposition d'expériences sous forme de vidéos et en conditions réelles pour les usagers. Cependant, ces expériences doivent être conçues avec soin.

cc. To share or not to share, by whom is the question. Acceptability and acceptance of shared transport services by vulnerable groups. De Paepe et al. *Transport Review*. (2023)

Cet article est la jonction entre l'étude de l'acceptabilité d'une typologie d'usagers, ici les personnes vulnérables, et de l'analyse de l'acceptabilité des transports partagés. Dans le cadre de cette revue de littérature, et dans la mesure où la littérature sur la mobilité et les services de transport partagés est en plein essor, il a été choisi d'y faire référence dans la rubrique afférente.

L'article repose sur l'analyse d'une revue de littérature. A noter que l'article s'intéresse à l'acceptabilité de la mobilité partagée chez les usagers vulnérables et ne se focalise pas uniquement sur la mobilité partagée automatisée.

Contexte

L'acceptabilité a priori ou l'acceptabilité d'une technologie déployée d'un groupe d'usagers vulnérables nécessite d'intégrer des conditions spécifiques associées à leur vulnérabilité. Notamment, l'étude de l'acceptabilité de ces usagers nécessite de prendre en considération les éléments suivants : la limitation d'accès à des options de transport, la limitation de l'accessibilité des destinations, la limitation de l'accessibilité financière des options de transport, le temps de trajet excessif et les conditions de voyage négatives ; ce qui peut se traduire aisément à travers les quatre notions suivantes : disponibilité, accessibilité, service abordable et attractivité.

En particulier l'acceptabilité sociale des services de transport partagés est dépendante de ces quatre notions. La recherche s'intéresse ainsi à l'acceptabilité sociale a priori des services de transport partagés automatisés, qui caractérise la représentation que les usagers ont de leur usage, et l'acceptabilité sociale finale ou acceptation, une fois que les usagers sont en mesure de tester la mobilité partagée automatisée et ne se basent plus sur ce qu'ils imaginent qu'elle serait.

Méthodologie

La sélection de la revue de littérature pour évaluer l'acceptabilité des usagers vulnérables autour de la mobilité automatisée partagée se base sur une méthode développée en 2009. Elle repose sur quatre phases : l'identification, le filtrage, l'éligibilité et l'inclusion.

La première phase repose sur la sélection de références à partir des outils Web of Science et Scopus. Différents mots-clefs ont été utilisés incluant les notions « d'acceptabilité » et « d'acceptation » ainsi que les notions de mobilité partagée spécifiques à certains usages, en anglais "bike-sharing", "ride-sharing", "car-sharing", "shared automated and autonomous vehicles". La notion de mobilité comme service (en anglais MaaS) est également au cœur des recherches par mots-clefs. L'article exclut les services de transport public communs (métros, trains notamment).

La phase de filtrage a constitué à ne conserver que les références scientifiques afin de ne conserver que les publications se rapportant à l'acceptabilité et l'acceptation et traitant directement des mobilités partagées. Les études s'intéressaient soit aux intentions d'usage plus particulièrement, soit à la propension à payer.

La phase d'éligibilité a consisté à ne conserver que les études prenant en considérations les bonnes variables sociodémographiques et socioéconomiques permettant de décrire et caractériser les populations vulnérables (âge, genre, taille du foyer et composition, lieu de résidence, niveau d'éducation, emploi et revenus) dans un panel, ou bien les articles se focalisant sur des usagers vulnérables directement.

Enfin, la dernière phase a consisté à former la base de l'étude en se focalisant sur les publications à partir de 2016, en raison de l'augmentation croissante des publications à partir de 2016.

Un total de 75 références a été inclus dans la base d'étude, le processus d'identification, de filtrage et d'éligibilité ayant permis de supprimer 1000 articles.

Il est intéressant de noter dès lors qu'au sein de cette base de références, les articles s'intéressant à la mobilité partagée automatisée représentent dès 2019 la majorité des travaux, remplaçant dès 2020 la quasi-totalité des recherches sur le covoiturage.

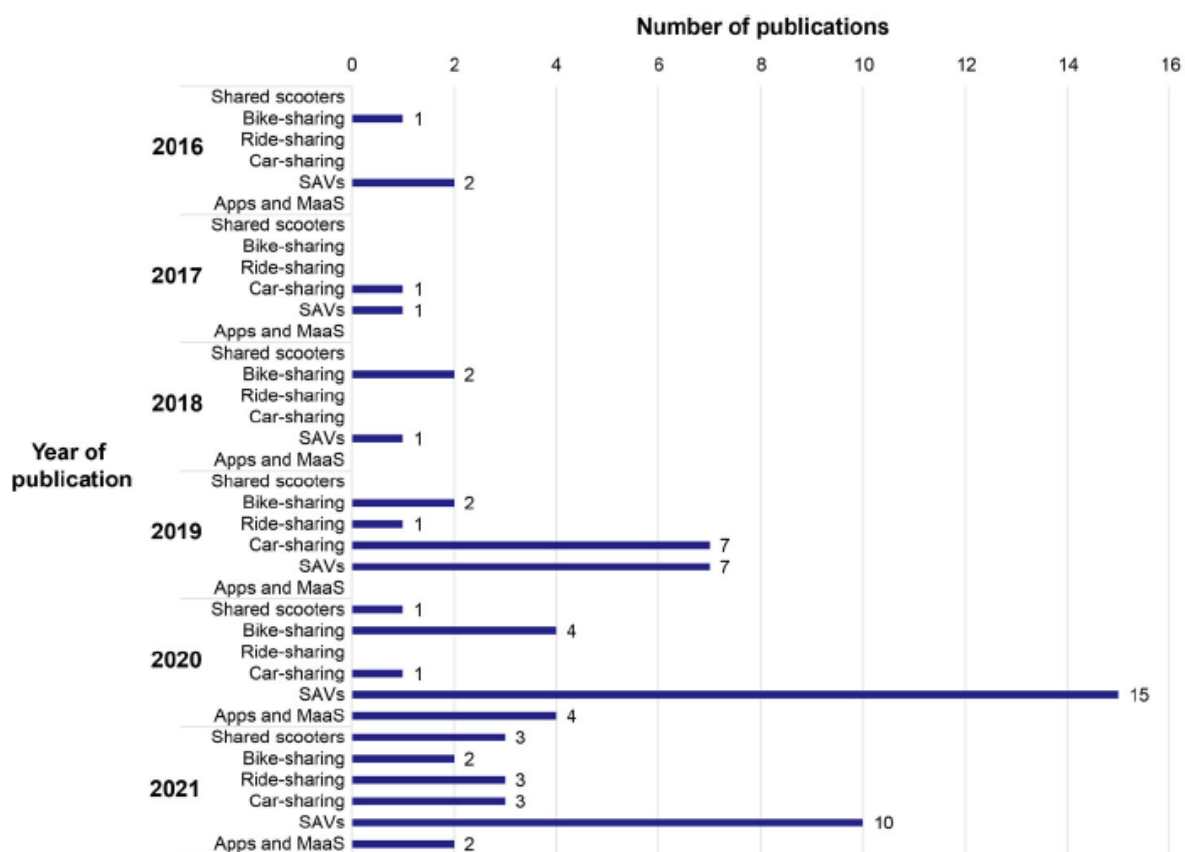


Figure 57 : Evolution des publications sur l'acceptabilité des services de transport partagés inclus dans la base d'étude

La base d'étude est constituée de références sur les services de transport partagés automatisés à 48 %.

Résultats

Parmi les références incluses, 64 analysent l'influence des paramètres sociodémographiques et socioéconomiques sur l'acceptabilité, dont les principaux sont l'âge et le genre ; 11 s'intéressent directement à l'acceptabilité des groupes vulnérables, dont l'âge (personnes âgées) et le genre (les femmes) sont les principaux focus.

Compte tenu du caractère technologique et prévisionnel de la mobilité partagée automatisée, 80 % des études s'intéressent à l'acceptabilité (a priori et basée sur l'imagination des répondants) tandis que 11 % font référence à l'acceptation.

L'identification des groupes de population pouvant être considérés comme vulnérable conduit à définir les catégories suivantes :

- Les enfants et les adolescents, en raison de leur dépendance aux autres pour voyager et se déplacer. Dans le cas des enfants, leur accès à la mobilité dépend essentiellement de la situation d'emploi de leurs parents et de la composition du foyer. Sur les spécificités de la mobilité partagée automatisée, aucune autre analyse n'est spécifiée.
- Les personnes âgées, en particulier au regard de la mobilité partagée automatisée, qui est étudiée intensément. Des études montrent que les personnes âgées témoignent d'une acceptabilité forte des services de transport partagés automatisés, dont les préférences s'orientent autour des navettes automatisées à la demande et des transports publics automatisés (l'ordre de préférence dépendant des études et des publics interrogés). Par ailleurs les études réalisées sur un panel large et utilisant l'âge comme paramètres discriminant ont remarqué une acceptabilité plus faible de ce groupe d'utilisateurs. D'autres études se sont intéressées aux facteurs de leur acceptabilité et ont mis en évidence l'utilité perçue et la facilité de l'usage perçue, les attitudes, l'influence sociale et le bien-être imaginé). Il apparaît également que la flexibilité spatio-temporelle offerte par les services de mobilité

partagée automatisée est perçue positivement. Les personnes âgées se sont montrées influencées par le temps de trajet et sa variabilité, les coûts ainsi que la sécurité. L'absence de dépendance aux autres est perçue comme un facteur positif de l'acceptabilité des personnes âgées.

- Les femmes font également l'objet d'un nombre croissant de recherche, notamment visant à décrire leurs besoins à travers l'établissement des profils usagers, à partir des caractéristiques sociodémographiques et socioéconomiques. La capacité des transports à permettre de voyager avec confort et à favoriser les déplacements en famille, est un facteur de l'acceptabilité de la mobilité partagée des femmes. Des études mettent également en avant que l'étude des distinctions sociales genrées autour de la mobilité et en particulier dans le cas de la mobilité partagée automatisée est à construire autour des genres sociaux et non des sexes, dans la mesure où les distinctions comportementales sont largement impactées par les rôles de chacun dans la société et au sein d'un foyer plutôt que par le sexe lui-même. En outre, les questions de sécurité des femmes sont impactées par les considérations autour de la technologie d'une part et par la sécurité du trajet, indépendamment de l'automatisation du véhicule. L'étude des aspects de sécurité distingue très souvent mal ces deux composantes dans les analyses du genre, alors que leur différenciation est significative chez les publics féminins.
- Les foyers avec enfants sont également les sujets d'études spécifiques sur l'acceptabilité de la mobilité automatisée dans la mesure où les aspects de sécurité de la technologie lorsqu'il s'agit d'enfants sont prépondérants, de manière significative par rapport au fait de voyager seul.
- Les personnes vivant dans des environnements ruraux en raison des limitations qu'elles rencontrent en termes de mobilité du fait de la limitation des services de transport. Dans cette optique, les populations rurales sont particulièrement réceptives au fait de pouvoir avoir accès à une meilleure mobilité, notamment permise par les services de transport partagés à la demande et en desserte porte à porte. Dans ce cas des études montrent même que la réticence à la technologie est significativement plus faible que les bénéfices perçus par une amélioration de la mobilité.

Conclusions et limites

L'étude a cherché à s'intéresser à l'acceptabilité a priori et à l'acceptation des services de mobilité partagée automatisés chez les populations vulnérables à partir d'une revue de littérature.

Les résultats tentent de mettre en avant les différents publics étudiés lorsque les études s'intéressent à des usagers vulnérables, pourquoi ces publics sont considérés avec un intérêt particulier et quels sont les leviers de leur acceptabilité.

Par ailleurs, peu d'études se focalisent encore sur les usagers vulnérables, et s'orientent en majorité vers une distinction selon l'âge ou le genre.

La dernière partie s'intéresse à la propension à payer des usagers comme facteur clef de l'acceptabilité, en particulier en vue des premiers déploiements commerciaux de services de transport automatisés aux Etats-Unis.

Les questions d'ouverture du marché sont également brièvement abordées pour la mobilité particulière (véhicules équipés de systèmes d'aide à la conduite).

7. Les perspectives de marché comme point d'entrée de l'acceptabilité (propension à payer)

dd. Synthesising the Existing Literature on the Market Acceptance of Autonomous Vehicles and the External Underlying Factors. Rezaei et al. Journal of Advanced Transportation. (2023)

Cet article dresse une revue de littérature sur l'acceptabilité du marché des véhicules automatisés. Les facteurs non-comportementaux qui influent sur le niveau d'acceptabilité ont été étudiés et examinés par un croisement des références pertinentes entre 2014 et 2021.

Objectifs

Les auteurs partent du constat que si l'acceptabilité est souvent étudiée du point de la vue de l'adoption, la quantification de l'acceptabilité en termes de part du marché reste peu évaluée (études antérieures à 2014). Deux approches sont souvent étudiées : l'analyse des facteurs comportementaux et sociaux et l'analyse des aspects non-comportementaux et des facteurs externes. En ce sens, les études s'intéressaient plus aux mécanismes de l'acceptabilité eux-mêmes qu'au niveau de l'acceptabilité, c'est-à-dire à la propension d'usage et à la propension à payer.

En étudiant d'abord les avantages et inconvénients recensés en termes d'acceptabilité du marché des véhicules automatisés, l'article propose une évaluation numérique du niveau de cette acceptabilité. Les facteurs externes clés sont extraits afin de déterminer les leviers de l'acceptabilité. Un critère d'acceptabilité est ensuite analysé sur un échantillon de 88 articles publiés entre 2014 et 2021 pour consolider les premiers résultats sur les facteurs influençant l'acceptabilité du marché.

Analyse de l'acceptabilité du marché

La revue de littérature s'est concentrée sur les principales raisons de l'acceptabilité ou non du marché des véhicules automatisés et évalué le niveau d'acceptabilité.

L'analyse se base sur cinq facteurs externes clés ressortis de la revue de littérature :

- le régime de responsabilité légale de la circulation des véhicules automatisés sur la voie publique,
- la sécurité des véhicules (équipements et interactions),
- les conditions de trafic dont notamment les dispositifs aidant à la prise de décision et visant à améliorer les conditions de circulation,
- la protection et la sécurité des données,
- les coûts.

Une première partie fait état des impacts potentiels de l'intégration des véhicules automatisés en ce qui concerne chacun des facteurs externes relevés et dresse une liste d'actions pouvant participer à l'amélioration ou à la diminution du niveau de l'acceptabilité.

En termes de pouvoir d'achat, le tableau suivant dresse un bilan de six travaux de recherche établissant la propension à payer des répondants.

Auteurs	Localisation de l'enquête	Nombre de participants	Propension à payer moyenne pour l'ajout d'un nouveau dispositif d'automatisation totale (en \$)
Morita and Managi	Japon	10000	2470
Rezaei and Caulfield	Irlande	475	5900
Liu et al.	Chine	1355	2900
Bansal et al.	Etats-Unis	347	7300
Kyriakidis et al.	109 pays	5000	10500

Schoettle and Sivak.	Royaume-Uni, Etats-Unis, Australie	1533	4400
Schoettle and Sivak.	Royaume-Uni, Australie, Inde, Chine et Japon	3255	2400
Propension à payer moyenne			5124

Tableau 14 : Synthèse de la revue de littérature sur la propension à payer des répondants pour les véhicules automatisés

Les informations relatives aux dix meilleures ventes de véhicules dans le monde en 2022, correspondant aux véhicules les plus vendus en moyenne ont été recensées. La moyenne des prix de ces dix véhicules a été considérée comme le prix moyen d'achat des consommateurs (considérant cette moyenne comme représentative du pouvoir d'achat mondial).

Marques et modèles	Unités vendus en millions	Prix (en \$)
Toyota Corolla	1.12	20175
Toyota RAV 4	0.87	26525
Ford série-F	0.79	26640
Tesla modèle Y	0.76	64990
Toyota Camry	0.68	28752
Honda CR-V	0.60	31100
Chevrolet Silverado	0.59	31500
Hyundai Tucson	0.57	29650
Toyota Hilux	0.56	32650
Ram pick-up	0.55	35900
Moyenne		33088

Tableau 15 : Top 10 des voitures les plus vendues en 2022 et leur prix moyen

Résultats

Le prix moyen à l'achat d'un véhicule étant pris à environ \$ 33000 et considérant à environ \$ 5000 le prix moyen que les consommateurs sont prêts à mettre pour l'achat d'un dispositif de conduite totalement automatisé, le prix moyen que les consommateurs sont prêts à mettre à l'achat d'un véhicule totalement automatisé peut être considéré à environ \$ 38000.

Ce prix moyen inférieur à \$ 40000 est significativement faible comparé au prix affiché aux alentours \$ 100000 par INSIDER (2022).

L'acceptabilité du marché par la propension à payer indique que celle-ci pourrait être une inquiétude majeure des consommateurs à l'adoption de véhicules automatisés.

D'autres études ont tenté de trouver des solutions pour diminuer les coûts généralisés en combinant un modèle de simulation de planification optimale des trajets ainsi un modèle de décision, ce qui permet de réduire les coûts des trajets en réduisant les coûts d'énergie et de temps de trajet, en garantissant la sécurité.

ee. Willingness to Pay for Conditional Automated Driving among Segments of Potential Buyers in Europe. Skjeret et al. Journal of Advanced Transportation. (2023)

Cette étude a pour but d'examiner l'intention de payer pour des véhicules conditionnellement automatisés dans sept pays européens, en segmentant les acheteurs potentiels en supposant que le déploiement futur des véhicules automatisés dépend d'une intention de payer suffisante de la part d'une grande partie de la population.

Objectifs

La recherche s'intéresse en premier lieu à l'influence de la classe sociale des consommateurs sur la propension à payer pour des véhicules conditionnellement automatisés. Les aspects des acheteurs potentiels ont été étudiés en lien avec cet objectif :

- identifier les différentes classes de consommateurs et leurs attitudes au regard de l'usage et de l'achat des véhicules conditionnellement automatisés ;
- décrire les classes de consommateurs à partir des variables du modèle UTAUT2 et des variables démographiques ;
- décrire les classes de consommateurs avec les variables qui mesurent l'expérience attendue avec l'intention de mieux comprendre le rejet de la technologie.

La particularité de l'étude, outre les apports en termes de modélisation (UTAUT2), est qu'elle s'intéresse à la propension à payer des consommateurs potentiels dans sept pays européens.

L'étude s'inscrit dans le cadre du projet L3 Pilot, financé par le programme Horizon Europe 2020.

Méthodologie

Les données utilisées pour les analyses proviennent d'un questionnaire en ligne administré à environ 8100 répondants de sept pays européens. Les données ont été collectées entre avril 2019 et juin 2019 en France, en Hongrie, en Italie, en Allemagne, en Suède et au Royaume-Uni, et en mars 2020 en Espagne. Ces pays ont été sélectionnés sur la base de leur représentation géographique au sein de l'Europe et de la taille de leur part de marché automobile.

Dans chaque pays, un échantillon représentatif de l'âge, du sexe et de la répartition des revenus de la population a été sélectionné. Les personnes interrogées ont reçu une compensation financière ou un bon d'achat (un euro) pour répondre au questionnaire. Toutes les personnes interrogées étaient titulaires d'un permis de conduire. L'enquête incluait des questions sur les caractéristiques sociodémographiques des répondants, leur familiarité avec les systèmes avancés d'aide à la conduite, leur compréhension des véhicules conditionnellement automatisés, leurs attitudes à l'égard de ces véhicules et leur propension à payer.

Un total de 8 084 observations a été retenu pour l'échantillon de l'étude.

Afin d'étudier comment la propension à payer pour les véhicules conditionnellement automatisés peut varier entre les différents segments de la population, la base théorique de l'étude repose sur le cadre UTAUT2 (théorie unie de l'acceptation et de l'utilisation de la technologie). L'UTAUT2 part du principe que l'intention comportementale d'un individu d'utiliser une technologie est influencée par la prévision de performance (le degré auquel la technologie est perçue comme utile), la prévision d'effort (le degré auquel la technologie est perçue comme facile à utiliser), l'influence sociale (le degré auquel la technologie est appréciée dans les réseaux sociaux importants pour l'individu) et les conditions facilitatrices (la perception de l'individu quant à la possession des ressources nécessaires pour utiliser la technologie). UTAUT2 suggère que l'intention d'utiliser une nouvelle technologie est également influencée par la motivation hédonique (la mesure dans laquelle la technologie est perçue comme agréable).

Les analyses statistiques du modèle UTAUT ne sont pas décrites dans ce document.

Résultats

Plusieurs classes ont été définies sur la base des résultats des réponses aux enquêtes. La première classe est appelée la classe « type ». La classe type représente 41 % des répondants et les autres classes sont évaluées par rapport à cette classe particulière. Les autres classes sont qualifiées de « conservatrice » (6 %), « jeune » (7 %), « enthousiaste » (16 %) et « à l'ancienne » (30 %).

La classe conservatrice obtient des résultats très négatifs en ce qui concerne la prévision des performances et la motivation hédonique et ne s'attend pas à expérimenter de fortes valeurs à l'usage. La classe des enthousiastes est par contre très positive pour les deux critères (attentes en termes de performances et motivation hédonique). Le score est nettement plus élevé que celui de tous les autres groupes, ce qui indique que la classe des enthousiastes espère tirer une utilité particulièrement élevée de l'utilisation pratique quotidienne des véhicules conditionnellement automatisés et se réjouit d'utiliser de tels véhicules. Les classes type, jeunes et à l'ancienne diffèrent moins que les deux classes évoquées ci-dessus, mais les différences restent néanmoins statistiquement significatives. Alors que la classe type obtient un score légèrement négatif sur les constructions de valeurs, la classe des jeunes obtient un score légèrement positif.

Lors de l'analyse des variables latentes d'apprentissage, de prévision d'effort et des conditions facilitatrices, des résultats légèrement différents émergent. La classe type obtient le score le plus bas dans ces deux dimensions. Cela indique donc que le grand public s'attend à ce qu'il soit difficile d'apprendre à utiliser un véhicule conditionnellement automatisé. Par ailleurs, alors que la classe des anciens obtient de meilleurs résultats que les classes type et conservatrices, la classe enthousiaste obtient des résultats légèrement inférieurs en ce qui concerne les concepts d'apprentissage latents. Les répondants de la classe des enthousiastes s'attendent à ce qu'il leur soit facile d'acquérir les connaissances requises pour utiliser les véhicules conditionnellement automatisés, et plus encore, ils s'attendent à trouver facilement les informations et les connaissances nécessaires.

L'influence sociale est ensuite analysée pour les différentes classes. Les classes conservatrices et jeunes obtiennent une note très négative par rapport aux autres classes. La classe type obtient une note neutre, tandis que les classes enthousiastes et à l'ancienne obtiennent des valeurs positives. Ce construit, compte tenu des items utilisés, concerne la mesure dans laquelle les répondants ressentent des attentes sociales quant à l'utilisation des véhicules automatisés de la part de personnes jugées importantes ou influentes dans leurs réseaux sociaux.

Enfin, la façon dont les classes diffèrent en ce qui concerne la propension à payer pour les véhicules conditionnellement automatisés est analysée, en particulier en comparant la distribution des âges entre la classe type et les autres classes construites. Il ressort que les classes types et conservatrices présentent de fortes similarités, tandis que la classe des enthousiastes contient une plus grande part de répondants âgés de plus de 45 ans et une plus faible part de répondants de moins de 45 ans.

La distribution des classes compte tenu des catégories salariales est également présentée (un calcul au regard du salaire moyen de chaque pays a été réalisé afin de limiter le biais de la différence des pouvoirs d'achat entre les pays européens). Les résultats montrent un pouvoir d'achat le plus élevé chez les enthousiastes, suivis par les répondants considérés à l'ancienne. Les répondants de la classe type sont situés en troisième position et précèdent les classes des jeunes et des conservateurs.

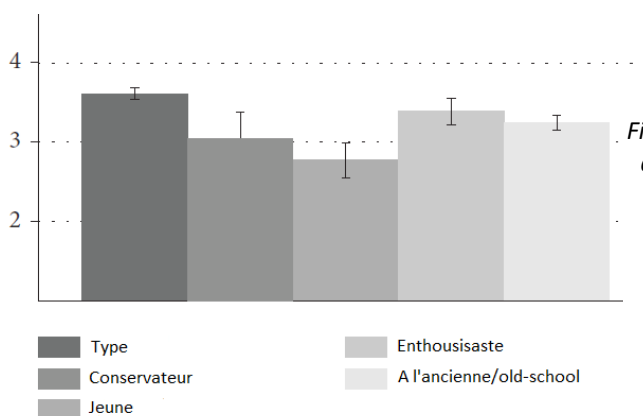


Figure 58 : Moyenne de la propension à payer pour les quatre cas d'usage proposés en fonction des classes

En ce qui concerne la propension à payer pour les véhicules conditionnellement automatisés, quatre mesures ont été réalisées pour quatre fonctions d'automatisation : la conduite sur autoroute, la conduite congestionnée sur autoroute, la conduite en environnement urbain et le stationnement. Des informations précises sur les systèmes proposés et sur les conditions d'emploi ont été proposées aux répondants. Dans le questionnaire, les répondants ont été invités à choisir la somme qu'ils étaient prêts à payer en plus pour ces fonctions, suivant une échelle de Likert en sept points (croissante positive).

Il ressort que la classe la plus large a la plus forte propension à payer en moyenne tandis que les classes des jeunes et des conservateurs ont la plus faible.

La classe des usagers à l'ancienne a une relative faible propension à payer pour les véhicules conditionnellement automatisés. De manière plus générale les résultats ont été plutôt neutres, sauf en ce qui concerne la facilité d'usage, estimant l'apprentissage comme assez facile (prédiction). Il ressort globalement que les classes avec une quantité de personnes âgées majoritaire ont une propension à payer plus faible que les classes avec des publics plus jeunes.

Les classes des enthousiastes et des jeunes, malgré des résultats globalement similaires sur les facteurs de la propension à payer, n'obtiennent pas les mêmes résultats pour la propension à payer, ceci indiquant que les enthousiastes se montrent statistiquement plus positifs face aux bénéfices attendus dans la vie de tous les jours pour un usage quotidien, par rapport aux jeunes. Les enthousiastes s'attendent également à une plus grande facilité de prise en main que les jeunes.

Enfin, ce qui n'était pas prévu par les résultats des constructions autour de la propension à payer est le score aussi élevé de la classe type alors que les valeurs perçues par les répondants ont été plus généralement plus faibles que pour les enthousiastes ou les jeunes. De plus, les répondant de la classe type ont plus largement évalué qu'il sera difficile de prendre en main les systèmes. Par ailleurs, cette classe s'est montré influencée par l'échelle sociale et les constructions sociales.

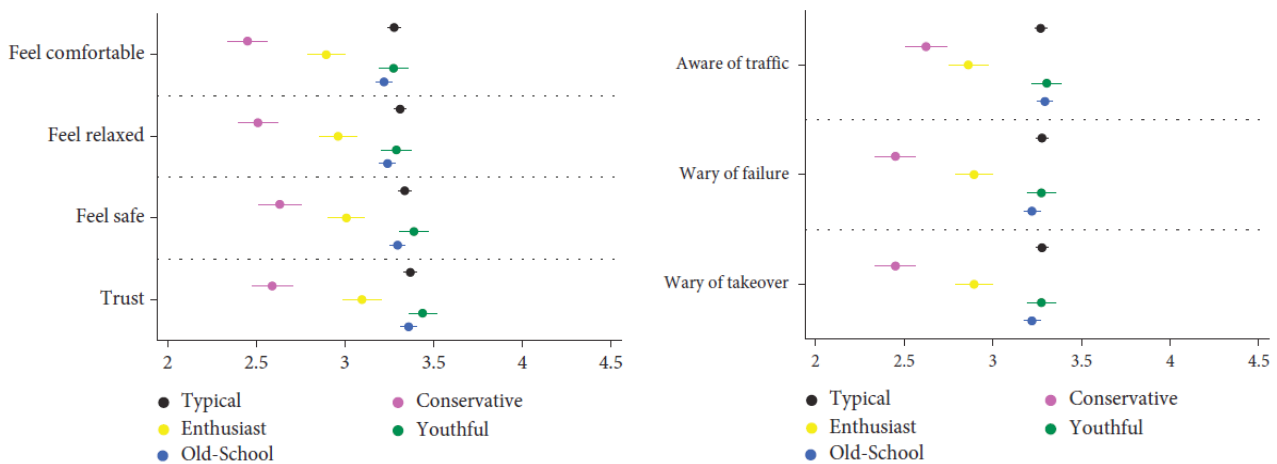


Figure 59 : Moyennes des variables attitude liées au ressenti à gauche et à la méfiance à droite en fonction des classes d'usagers

Puis, les résultats ont été présentés selon les classes en fonction de paramètres attitudeaux. Les variables traduisent dans quelle mesure les usagers ont confiance en un véhicule conditionnellement automatisé et dans quelle mesure les répondants s'attendent à ce que les véhicules fonctionnent comme attendu.

Les résultats sont présentés en lien aux composantes attitudeaux des ressentis (confort, relaxé, en sécurité, confiant). La classe conservatrice a une relative faible propension à payer, et ces résultats sont appuyés par un faible sentiment de confort et de sécurité dans les véhicules. A l'inverse, les jeunes ont une faible propension à payer tandis qu'ils témoignent d'un ressenti positif, ce qui peut être expliqué par le pouvoir d'achat limité de ces individus. Les résultats en lien à la méfiance présentent les mêmes tendances entre les classes.

En ce qui concerne les autres facteurs attitudeux, les résultats sont hétérogènes. Ces questions sont liées à la manière dont les répondants attendent que le véhicule conditionnellement automatisé se comporte par rapport aux attendus. Sans surprise, les conservateurs ont des attentes plus faibles que les autres répondants, sauf pour le fait d'effectuer la tâche de conduite.

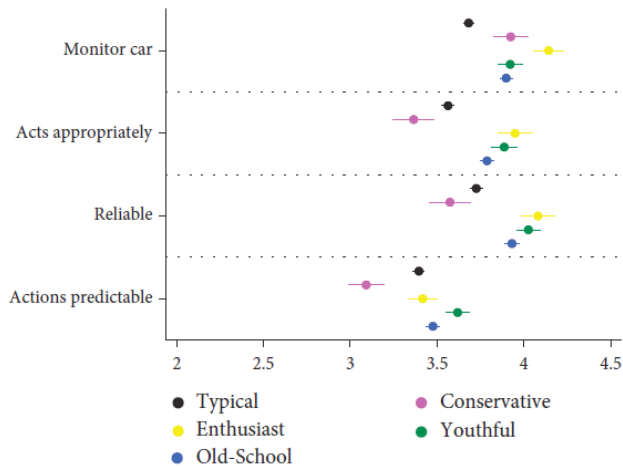


Figure 60 : Moyennes des attentes comportementales du véhicule conditionnellement automatisé en fonction de l'environnement selon les classes

Conclusion

Les distinctions entre les trois classes les plus hautes (types, enthousiastes et à l'ancienne) et les deux classes les plus faibles (conservateurs et jeunes) en termes de propension à payer sont corrélées aux différences de ressentis lors de l'usage d'un véhicule conditionnellement automatisé, tandis que les résultats témoignent d'une plus faible corrélation en ce qui concerne l'environnement de conduite.

En ce sens, les analyses et les corrélations présentées dans cet article n'ont pas vocation à présenter des liens de cause à effet mais plutôt de donner des indications sur les angles selon lesquels des politiques pourraient être pertinentes. Cette analyse cherche à comprendre les profils de consommateurs et les liens existants entre ces profils et les attitudes envers les véhicules automatisés à travers des cas de véhicules conditionnellement automatisés.

ff. Autres références sur les perspectives de marché

- *Digital Auto Report 2023 : What consumers really want ?*. stratgey& Part of the PwC network
- *Digital Auto Report 2023 : How fast will the mobility ecosystem really transform ? Volume 2*. stratgey& Part of the PwC network