VÉHICULE AUTONOME

— COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT

MOVIN'ON

RAPPORT 2022 / 2023

De l'expérimentation technologique

à l'expérience d'un service de mobilité autonome

ANNÉE 3

PILOTÉE PAR

MACIF



©Fanny Vandecandelaere

conseil & recherche

9 passage Dagorno • 75020 Paris

Téléphone : +33 1 83 96 59 01
E-mail : contact@conseil-et-recherche.com
Web : conseil-et-recherche.com

© 2023 Conseil & Recherche

Auteurs :
Marine Bernard • C&R
Greivis Buitrago-Gámez • C&R
Antoine Maire • C&R
Thomas Scapin • C&R

Direction Artistique :
Cassandra Desbois • C&R
Elise Bourgy • C&R

Contact de la Communauté d'intérêt
Movin'on sur le véhicule autonome :
Nicolas Marescaux
nmarescaux@macif.fr
06 12 71 95 12

VÉHICULE AUTONOME

COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT

MOVIN'ON

RAPPORT 2022 / 2023

De l'expérimentation technologique
à l'expérience d'un service de mobilité autonome

ANNÉE 3

PILOTÉE PAR

MACIF



©Fanny Vandecandelaere

VÉHICULE AUTONOME

COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT

MOVIN'ON

PILOTÉE PAR

MACIF

beti MOBILITÉ AUTONOME

BNP PARIBAS CARDIF

FORVIA Inspiring mobility

KANTAR

MAIF

MICHELIN

Microsoft

navya self-driving made real

orange

SNCF

VINCI

CONSEIL D'ORIENTATION

Il regroupe six grands témoins autour de la problématique du véhicule autonome et des axes identifiés pour les travaux de la Communauté. Ses membres sont chargés de conseiller l'équipe projet au moment des grandes échéances de la Communauté, de faciliter le déroulement des activités et d'assurer la promotion et la diffusion des résultats dans leur sphère de compétence. Le Conseil se réunit deux fois dans l'année, au début et à la fin du projet.



YANN ARNAUD

Macif

Directeur Réponses Besoins Sociétaires et Innovation de la Macif, Yann Arnaud est président de la commission numérique au sein de France Assureurs. Il apporte le point de vue d'un assureur mutualiste sur la façon dont le secteur prend en compte l'émergence du véhicule autonome et les défis à relever.



ALEXIS OFFERGELD

Movin'On

Alexis Offergeld est Directeur de Movin'On LAB. Il a rejoint Michelin en 1994 et occupé plusieurs postes de direction dans les ventes, le marketing et l'innovation. Il dirige et anime depuis 2017 le Movin'On LAB, le Think and Do Tank de l'écosystème Movin'On. L'objectif est de trouver des solutions innovantes de mobilité durable, en écosystème avec ses partenaires.



SYLVAIN LENFLE

CNAM

Normalien, agrégé d'économie et gestion, Sylvain Lenfle a soutenu sa thèse de doctorat en 2001 (Université de Marne-la-Vallée et École Polytechnique) et son habilitation à diriger des recherches en 2008 (Université Paris-Dauphine). Professeur en management de l'innovation au Cnam depuis 2016, il est par ailleurs chercheur associé au Centre de recherche en gestion de l'École Polytechnique.

Il joue également le rôle de référent scientifique des travaux de la Communauté d'intérêt.

CONSEIL D'ORIENTATION



PATRICK PÉLATA

Meta Strategy Consulting

Président de Meta Strategy Consulting, Patrick Pélata est l'auteur avec Xavier Mosquet d'un rapport sur l'avenir de la filière automobile française et les nouvelles mobilités réalisé à la demande du gouvernement et publié en février 2019.

Ancien Directeur général délégué de Renault, il apporte le point de vue des industriels du secteur automobile et éclaire la façon dont ces derniers se préparent aux mutations provoquées par l'apparition du véhicule autonome.



DAMIEN ADAM

Assemblée nationale

Député Renaissance de la 1ère circonscription de Seine-Maritime, Damien Adam est membre de la commission des affaires économiques de l'Assemblée nationale. Il est également président du groupe d'étude « véhicules terrestres », et s'intéresse notamment au développement des véhicules électriques et autonomes.

En tant que représentant de la Nation, il apporte un point de vue politique aux travaux de la Communauté, tant pour ce qui concerne les orientations politiques que l'acceptabilité sociale du véhicule autonome.



FRÉDÉRIC CUILLERIER

Association des Maires de France

Maire de la commune de Saint-Ay dans le Loiret, Frédéric Cuillerier préside également la commission permanente « Transports, mobilités, voirie » de l'Association des Maires de France (AMF).

Il représente au sein de cette Communauté les acteurs ruraux et périurbains. Il contribue à identifier les enjeux de mobilité propres à ces espaces géographiques et l'intérêt potentiel du véhicule autonome dans ces derniers.

✦

ENTREPRISES PARTENAIRES

La Communauté d'intérêt sur le véhicule autonome est hébergée au sein de l'écosystème Movin'On, crée par Michelin, et pilotée par la Macif. Une pluralité d'entreprises (beti, BNP Paribas Cardif, Forvia, Kantar, Macif, Maif, Michelin, Microsoft, Navya, Orange, Vinci, SNCF) y partage leurs visions et leurs expertises sur le véhicule autonome.

beti MOBILITÉ AUTONOME



BENJAMIN BEAUDET

Directeur général de beti

Benjamin Beaudet est directeur général de beti, la filiale de l'opérateur de mobilité bertolami dédiée aux réseaux de mobilité automatisée hybride. Après 15 années d'expérience dans le marketing digital, il a développé avec ses équipes une approche de la mobilité qui dépasse le simple cadre du transport pour aller vers plus d'expériences et de services. Il pilote dans la Drôme une des rares expérimentations de véhicules autonomes en zone rurale.

BNP PARIBAS CARDIF



HÉLÈNE THILLIER

Directrice générale de Cardif IARD

Diplômée de l'ESCP Europe, Hélène a travaillé une quinzaine d'années dans des sociétés de financement des particuliers, avant de rejoindre en 2011 le secteur de l'assurance. Elle participe en 2017 à la création de Cardif IARD (société d'assurance dommages fondée par BNP Paribas Cardif et la Matmut) dont elle a été nommée Directrice générale fin 2021.

FORVIA Inspiring mobility



FRÉDÉRIC CHARON

Group Open Innovation Director

Après un début de carrière en tant que responsable de bureau d'études dans une PME, Frédéric a rejoint le groupe Forvia en 1992. Il a occupé différentes positions dans le domaine commercial, la gestion de programme, la communication produit et le marketing stratégique. Il est actuellement responsable de l'Open Innovation au sein du groupe. Il est également Directeur général de la Société des Ingénieurs de l'Automobile (SIA).

ENTREPRISES PARTENAIRES

KANTAR



GUILLAUME SAINT

Responsable monde Auto & Mobilité

Nommé responsable automobile mondial de Kantar en 2017, Guillaume a plus de 18 ans d'expérience en recherche automobile. Il est en charge de la stratégie et du développement de l'offre automobile et mobilité et dirige le *Global Automotive Steering Committee*. Auparavant, il a passé sept ans à Shanghai en tant que responsable régional pour la région Asie-Pacifique. Guillaume a également dirigé le département auto français de Kantar qu'il a rejoint en 2003, dix ans après avoir commencé sa carrière dans une agence de publicité. Depuis février 2019, Guillaume représente Kantar au sein du conseil d'administration du Movin'On LAB.



ISABELLE RIO-LOPÈS

Directrice senior en charge du secteur Automobile & Mobilité

Isabelle est Directrice Sénior en charge du secteur Automobile & Mobilité au sein de Kantar Insights France.
Elle a plus de 20 ans d'expérience dans les études de marchés, en Europe et Amérique du Sud. Au cours de sa carrière, elle a travaillé sur divers domaines d'étude, notamment l'innovation et le développement de nouveaux produits et services, l'expérience client, les études de marque et communication, avec des clients/projets locaux et internationaux.

ENTREPRISES PARTENAIRES



YANN ARNAUD

Directeur Réponses Besoins Sociétaires & Innovation

Directeur Réponses Besoins Sociétaires et Innovation de la Macif, Yann est président de la commission numérique de France Assureurs.



NICOLAS MARESCAUX

Directeur adjoint Réponses Besoins Sociétaires & Innovation

L'évolution est un fait, la transformation est un état d'esprit. Nicolas est Directeur adjoint Réponses Besoins Sociétaires et Innovation de la Macif. Actuaire certifié, il a 30 ans d'expérience dans le marketing, l'innovation, la data et le digital dans l'assurance, la banque et les services. Il est président du groupe de travail Véhicules Connectés et Autonomes de France Assureurs.



PIERRE-OLIVIER ADREY

Directeur des relations extérieures

Spécialiste du pricing en assurance, expert de la négociation et du management interculturels, imaginatif et créatif, fervent adepte du servant leadership dans le management, Pierre-Olivier occupe le poste de directeur des relations extérieures de la Macif. Il a exercé des fonctions de directeur général d'une société d'assurance en Algérie et des fonctions de directeur technique IARD.

ENTREPRISES PARTENAIRES



Crédit Photo :
Mélanie Chaigneau/Maif

ROMAIN LIBERGE

Directeur Marketing & Design

Diplômé de l'Institut d'études politiques de Paris, il a plus de 10 ans d'expérience dans les domaines de la stratégie, du marketing et du design de service. Après avoir évolué au sein des institutions européennes, il a contribué au développement de La Netscouade, une web agency créée en 2007.
Romain a rejoint la Maif en janvier 2015, où il a mis en œuvre la transformation digitale du groupe dans ses différentes dimensions - design, data, technologies, culture - et développé des partenariats stratégiques dans l'optique de bâtir un nouvel écosystème d'innovation autour de la mutuelle.
Depuis le 1er avril 2021, Romain est Directeur Marketing et Design. Il est par ailleurs membre des boards de NUMA et CozyCloud et enseigne le marketing et la stratégie à Sciences Po.



CHLOÉ BEAUMONT

Responsable du Hub, de la Veille & Prospective

Diplômée du Master Communication de Sciences Po Paris et après 6 années de Planning Stratégique en agences de publicité et digitale, Chloé rejoint la Maif en 2017. Elle prend en charge la création du Hub, un accélérateur d'innovation ouverte visant à connecter la Maif aux écosystèmes d'innovation internationaux. En septembre 2019, elle prend également la responsabilité du pôle Veille & Prospective Marketing.



CHRISTOPHE STEVENS

Manager Anticipation Stratégique

Christophe est actuellement Manager Anticipation Stratégique chez Michelin. Il a été auparavant directeur qualité et performance industrielle dans des sociétés de plantations d'Hévéa (caoutchouc naturel) de Michelin. Christophe a également inventé et créé une startup dans le domaine du stockage stationnaire d'énergie. Il est ingénieur diplômé de l'Université de Liège (Belgique) et d'Agro ParisTech.

ENTREPRISES PARTENAIRES



ARNAUD PUTEGNAT

Senior Industry Solutions Executive

Arnaud a rejoint Microsoft en 2003. Il conseille et accompagne les entreprises internationales dans leurs parcours de transformation digitale en développant des solutions Cloud adaptées à leurs besoins.



PIERRE CHEHWAN

VP Strategic Alliance & Institutional Relations

Pierre est directeur des alliances stratégiques et des relations institutionnelles chez Navya Group. Il soutient les institutions et les gouvernements dans le développement de la mobilité autonome. Il coordonne des projets français et européens. Fort de 27 ans d'expérience dans les technologies de rupture, il a contribué à 2 technologies disruptives : la naissance d'Internet et l'essor du téléphone mobile. Avant de rejoindre Navya, il a travaillé pendant plus de 10 ans dans l'industrie mobile chez Alcatel puis chez Huawei. Il a ensuite développé l'activité B2B Mobile d'Ingram Micro.



CÉDRIC SEUREAU

Research Program Manager «Interconnecting Attractive Territories»

Diplômé de l'École Nationale Supérieure des Sciences Appliquées et de Technologie (ENSATT), Cédric travaille chez Orange depuis une dizaine d'années. Depuis 2017, il est responsable chez Orange Labs à Lannion du projet de recherche « Interconnecting Attractive Territories » qui explore les services de mobilité de demain pour des villes plus agréables et durables.

✦

ENTREPRISES PARTENAIRES



DAVID BOROT

Directeur délégué nouvelles mobilités et Directeur du programme Tech4Mobility

De formation juridique et financière, David a rejoint la SNCF en 2001 en qualité de directeur juridique et « risk manager » de CNC transports (Naviland cargo). En 2006, il est devenu le directeur juridique et conventionnement de la branche SNCF proximités, qui exploite les services TER transilien et intercités. En 2013, David est nommé directeur délégué TER et directeur de l'établissement TER pour les Pays de la Loire, puis en 2017 directeur Marketing, Développement, Qualité et Innovation pour l'activité TER Pays de la Loire. Depuis 2019, David est Directeur délégué nouvelles mobilités et Directeur du programme Tech4Mobility.



PIERRE DELAIGUE

Directeur des projets de mobilité autonome, connectée et électrique

Pierre Delaigue est le Directeur des projets de mobilité autonome, connectée et électrique de Leonard, l'entité innovation du groupe Vinci. Ingénieur mécanique de formation avec une spécialisation dans la sécurité des transports (M.S. at George Washington University, Washington D.C.), il commence sa carrière dans la recherche académique au Center for Intelligent Systems Research à Washington, D.C. où il mène pendant 6 ans des travaux sur les Systèmes d'Assistance à la Conduite. Il rejoint Renault en 2007, et y occupe pendant 10 ans plusieurs fonctions, en France et aux Etats-Unis, sur plusieurs thématiques d'innovation. Il intègre le groupe Vinci en Sept 2018 avec pour objectif principal de faire valoir le rôle des infrastructures dans le déploiement de la mobilité autonome, notamment en développant des solutions à l'interface entre les véhicules et l'infrastructure en partenariat avec des acteurs clés du secteur automobile.



PAULINE DALICIER

Responsable Innovation pour les métiers des équipements de la route

Pauline est Responsable Innovation pour les métiers des équipements de la route du groupe Vinci-Construction qu'elle rejoint en 2016 après son expérience de montage et d'évaluation de projets collaboratifs et d'expérimentation au sein d'un pôle de compétitivité. En 2017, elle intègre le groupe de travail sur le rôle de l'infrastructure pour le véhicule autonome de Leonard, la plateforme de prospective et d'innovation du groupe Vinci où elle est en charge du cas d'usage de la mobilité automatisée en zone rurale. À ce titre, elle participe à l'expérimentation conduite dans la Drôme avec pour ambition de trouver les aménagements de l'infrastructure les plus simples et les plus rapides à déployer en se basant sur les éléments de signalisation routière.

L'ÉQUIPE PROJET



ANTOINE MAIRE

Directeur du bureau de Paris - Conseil & Recherche

Docteur en science politique (Sciences Po), Antoine travaille sur la mobilité autonome, ainsi que sur les sujets liés à l'innovation et à la responsabilité sociale et environnementale des entreprises.

amaire.externe@Macif.fr



THOMAS SCAPIN

Chercheur en science politique

Docteur en science politique (Sciences Po Lyon), Thomas travaille au sein de Conseil & Recherche sur le véhicule autonome, les mutations du travail et l'innovation dans le secteur public.

thomas.scapin@conseil-et-recherche.com



MARINE BERNARD

Chercheuse en économie

Docteure en sciences économiques (Université de Poitiers), Marine travaille au sein de Conseil & Recherche sur la mobilité autonome, les mutations du travail et l'innovation.

marine.bernard@conseil-et-recherche.com



GREIVIS BUITRAGO-GÁMEZ

Chercheuse en économie

Diplômée en Sciences Économiques de l'Université de Poitiers, Greivis a travaillé sur des thématiques liées à la santé, au vieillissement et au bien-être, en mobilisant des compétences quantitatives et qualitatives.

greivis.buitrago-gamez@conseil-et-recherche.com



ELISE BOURGY

Leader Édition & Communication

Spécialisée dans le management culturel et la communication, Élise conçoit aujourd'hui des expériences clients riches pour les organisations partenaires. Elle assure l'éditorialisation et la médiatisation des contenus de la recherche.

elise.bourgy@conseil-et-recherche.com



CASSANDRA DESBOIS

Graphiste

Graphic designer issue d'une formation de direction artistique et design digital, Cassandra coordonne la production des livrables de la recherche et designe l'expérience client.

cassandra.desbois@conseil-et-recherche.com

CALENDRIER

Événements

16/17 MARS
Salon Autonomy

13 AVRIL
Rencontre des CEOs

18 NOVEMBRE
Séminaire de créativité

22/24 NOVEMBRE
Salon des Maires et des Collectivités Locales

RAPPORT ANNUEL

8 Newsletters

18 JANVIER

21 MARS

18 AVRIL

16 MAI

9 SEPTEMBRE

7 OCTOBRE

13 NOVEMBRE

FÉVRIER 2023.

5 Ateliers

24 MARS
L'expérience passager

21 AVRIL
Les interfaces homme-machine

19 MAI
Design et expérience passager

15 SEPTEMBRE
L'accompagnement des passagers et l'assurance

13 OCTOBRE
Les marchandises dans la mobilité autonome

3 Conseils d'orientation

11 JANVIER

5 OCTOBRE

23 MARS 2023

1 L'expérience passager d'un service de mobilité autonome PAGE 30

2 Benchmark des expérimentations de navettes autonomes dans le monde PAGE 90

3

Tester un service de mobilité autonome en territoire rural : le projet RIMA

PAGE 144

4

L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?

PAGE 188

SOMMAIRE



LE CONSEIL D'ORIENTATION **p. 6**

LES ENTREPRISES PARTENAIRES **p. 8**

L'ÉQUIPE PROJET **p. 14**

CALENDRIER DU PROJET **p. 15**

INTRODUCTION - De l'expérimentation technologique à l'expérience d'un service de mobilité autonome **p. 20**

CHAPITRE I - L 'expérience passager d'un service de mobilité autonome **p. 30**

L'expérience passager, une déclinaison de l'expérience utilisateur d'un véhicule autonome p. 32

Design des véhicules autonomes p. 44

Les interfaces homme-machine p. 56

L'accompagnement des passagers de véhicules autonomes p. 74

CHAPITRE II - Benchmark des expérimentations de navettes autonomes dans le monde **p. 90**

Le recensement des expérimentations p. 92

Les navettes autonomes dans le monde : constats et enseignement p. 103

Une approche comparative avec les services de robot-taxis p. 120

Le transport autonome de marchandises, un sujet en expansion p. 134

CHAPITRE III - Tester un service de mobilité autonome en territoire rural : le projet RIMA **p. 144**

L'engagement de la Communauté d'intérêt dans le projet RIMA p. 146

De l'acceptabilité et l'acceptation à l'expérience passager p. 162

Évaluer l'inscription du service dans le territoire p. 178

CHAPITRE IV - L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ? **p. 188**

Identification des enjeux de mobilité des deux territoires p. 190

L'acceptabilité d'un service de navettes autonomes sur son territoire p. 200

Facteurs d'acceptabilité d'un service de navettes autonomes sur son territoire p. 232

ET MAINTENANT ? - Passer d'une réflexion théorique à un pilote de service dans un territoire **p. 252**

REMERCIEMENTS **p. 260**

RÉFÉRENCES CLÉS **p. 262**



INTRODUCTION

DE L'EXPÉRIMENTATION TECHNOLOGIQUE À L'EXPÉRIENCE D'UN SERVICE DE MOBILITÉ AUTONOME

©Fanny Vandecandelaere

Convaincue que le véhicule autonome (VA) peut être une solution pour favoriser la mobilité dans les territoires ruraux et périurbains, la Macif a créé en 2019 au sein de l'écosystème Movin'On une Communauté d'intérêt dédiée à ce sujet. L'objectif de ce groupe de travail, qui fonctionne selon une démarche d'innovation ouverte, est d'œuvrer au déploiement de véhicules autonomes qui favorisent l'émergence d'une mobilité à la fois durable et inclusive, tant socialement que territorialement.

La Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome (CIVA) a ainsi souhaité apporter une contribution différente et novatrice aux réflexions sur ce sujet en se mobilisant autour d'un axe fort :

MOBILITÉ POUR TOUS, AUTONOMIE POUR TOUS

***VIA* LE VÉHICULE AUTONOME PARTAGÉ,**

DANS LES TERRITOIRES RURAUX & PÉRIURBAINS

En effet, le véhicule autonome a été principalement abordé jusqu'alors sous l'angle technologique et urbain. Son apport potentiel à la mobilité dans les territoires peu denses et aussi pour les personnes fragiles a souvent été présenté comme une douce utopie, peu en phase avec les ambitions industrielles et économiques des grands acteurs du secteur. Au contraire, la Communauté d'intérêt interroge le sens de la technologie de conduite autonome. Elle œuvre à ce que cette nouvelle technologie s'inscrive dans une logique de progrès, qui serve le plus grand nombre et pas uniquement de rares privilégiés.

Forte de ce constat, la Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome a bâti une réflexion qui explore l'apport potentiel des véhicules autonomes à une mobilité plus durable et plus inclusive dans les territoires ruraux et périurbains. Elle se concentre sur un modèle spécifique : la navette autonome partagée qui pourrait permettre de désenclaver ces territoires, d'accélérer la transition écologique et de faciliter la mobilité des populations économiquement et socialement fragiles, aidant notamment à un meilleur accès à l'emploi.

Les travaux de la Communauté sont ainsi conduits à l'aune de trois partis pris :

1. **Sortir d'un prisme tout technologique,**
2. **Interroger les usages potentiels de la mobilité autonome,**
3. **Penser le sujet en écosystème.**



Grâce à l'originalité et à la qualité de ses réflexions, la Communauté d'intérêt est parvenue à attirer de nouveaux partenaires. Les travaux ont permis de préparer l'association de la Communauté au projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA) dans la Drôme. L'enjeu aujourd'hui est de maintenir l'originalité et la robustesse de cette démarche collective et de passer de la réflexion au test pratique de cas d'usage.

Jean-Philippe Dogneton,
Directeur général de la Macif
Rencontre des CEOs, 13 avril 2022

La Communauté regroupe aujourd'hui 12 entreprises majeures : beti, BNP Paribas Cardif, Forvia, Kantar, Macif, Maif, Michelin, Microsoft, Navya, Orange, Vinci et la SNCF.

Ses travaux s'appuient en outre sur l'expertise d'un Conseil d'orientation, composé de chercheurs (Sylvain Lenfle – CNAM), d'experts du sujet (Yann Arnaud – Macif, Alexis Offergeld – Movin'On, Patrick Pélata – Méta Strategy Consulting) et d'acteurs politiques (Damien Adam – député REN de Seine-Maritime, Frédéric Cuillerier – maire de Saint-Ay (Loiret) et président de la commission « Transports, mobilités, voierie » de l'AMF).

À travers ses diverses activités, la Communauté agrège également un réseau plus large de chercheurs, d'experts, de praticiens, ainsi que d'acteurs associatifs, politiques et administratifs qui s'intéressent et travaillent sur la mobilité autonome.





Rémi Maniak est décédé le 1er septembre 2022. La Communauté d'intérêt a perdu un de ses contributeurs les plus actifs. Il avait rejoint cette aventure sur le véhicule autonome en juin 2019, à l'occasion du Movin'On Summit de Montréal.

Il était membre du Conseil d'orientation depuis 2020 et a participé activement aux travaux avec la curiosité et l'énergie qui le caractérisaient. C'était un contributeur motivé et exigeant et ses interventions, toujours pertinentes et souvent piquantes, contribuaient à ne pas nous faire penser en rond.

Rémi plaidait notamment pour considérer le rôle joué par les expérimentations dans la constitution de « proto-écosystèmes », utiles pour aligner les feuilles de route technologiques et politiques des différents acteurs.

Outre son apport à la Communauté, Rémi était professeur à l'École Polytechnique. Il s'est distingué par sa contribution aux réflexions autour de l'innovation. Son dernier ouvrage, coécrit avec Nicolas Mottis, La jungle de l'innovation (Dunod, 2021), propose un guide original pour y prospérer.

Ses travaux et ses réflexions continueront de nous accompagner.

Nos pensées vont à sa famille.

Afin d'approfondir ce questionnement et de contribuer à l'émergence d'une mobilité autonome durable et inclusive, les partenaires de la Communauté se sont engagés dans un programme de travail sur trois ans de 2020 à 2022 :

ANNÉE 1

Explorer les différentes dimensions non-techniques des véhicules autonomes, notamment les dimensions environnementales, économiques, politiques, juridiques, assurantielles, sociales et sociétales de ces nouvelles solutions de mobilité ;

ANNÉE 2

Interroger les enjeux et l'organisation de la mobilité dans les territoires ruraux et périurbains pour comprendre la place que pourraient y occuper les véhicules autonomes ;

ANNÉE 3

Comprendre les différentes facettes de l'élaboration et de l'expérience d'un service de mobilité autonome afin de tester un modèle potentiellement réplicable d'exploitation de navettes autonomes dans une zone rurale ou périurbaine.



La première année de la Communauté a mis en exergue le fait que la mobilité autonome avait principalement été pensée selon un prisme technologique et urbain. Les résultats produits en 2020 ont permis de déconstruire l'objet « véhicule autonome » et de mettre en évidence les débats et les controverses non-techniques autour de cette nouvelle technologie. Ils ont souligné l'importance de considérer non pas l'objet susceptible de l'incarner (véhicule individuel, navette, robot-taxi etc.) ou le niveau d'automatisation de la conduite, mais le service qu'il pourrait offrir pour répondre aux besoins de mobilité non couverts dans les territoires périurbains et ruraux. Les travaux ont aussi montré l'importance de réinscrire la réflexion dans la réalité de l'organisation des mobilités dans les territoires et d'associer davantage les collectivités territoriales, conformément à l'actualisation de la stratégie nationale[1], au déploiement de ces nouvelles solutions de mobilité autonome.

La deuxième année a permis à la Communauté d'interroger la manière dont la mobilité autonome était susceptible de s'intégrer dans les territoires ruraux et périurbains. Les résultats des travaux menés en 2021 ont souligné l'importance de tenir compte de l'organisation des mobilités, en particulier du nouveau cadre réglementaire en vigueur à la suite de l'adoption de la loi d'orientation des mobilités (LOM). La Communauté d'intérêt a également réalisé une première mondiale en interrogeant les élus locaux français sur leur vision et leur attitude à l'égard de la mobilité autonome. Cette enquête a démontré l'intérêt des élus locaux pour ce type de solution de mobilité innovante et les questions qui demeurent quant à son déploiement selon eux. La comparaison de trois expérimentations de véhicules autonomes conduites en territoire rural (Tornado, Cœur de Brenne, Val de Drôme), a enfin permis de tirer des enseignements importants pour préparer la Communauté à un projet d'expérimentation.

[1] France, Gouvernement, 16/12/2020, « Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022 », https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20171_strategie-nationale-vehicule%20automatise_web.pdf.

UNE PROPOSITION DE LA COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT : UN GUICHET UNIQUE POUR RÉPONDRE AUX ATTENTES DES COLLECTIVITÉS LOCALES

Les résultats des travaux de la Communauté d'intérêt autour de la mobilité autonome dans les territoires ruraux et périurbains ont mis en exergue l'intérêt des collectivités locales pour ce type de solution innovante de mobilité, mais également leur méconnaissance face à ses opportunités et à ses défis.

La première enquête mondiale interrogeant les élus locaux français sur ce sujet, conduite par la CIVA en 2021, le confirme : si 66 % des élus interrogés considèrent qu'un service de mobilité autonome serait une bonne chose pour leur territoire, seuls 15 % souhaitent la déployer dans les 5 ans du fait de la complexité supposée d'une telle solution et de la crainte d'une réticence de leurs administrés. Les résultats du benchmark des expérimentations de navettes autonomes dans le monde, présentés dans le chapitre 2 de ce rapport, renforcent encore ce constat. En effet, une très grande majorité de ces expérimentations ont été initiées par des collectivités locales qui s'interrogent sur l'apport concret et durable de ces nouvelles solutions pour la mobilité sur leur territoire.

Dans cette perspective, les discussions conduites par l'État avec les acteurs de l'écosystème français du véhicule autonome, dans le cadre du renouvellement de sa stratégie nationale en 2022, ont souligné la nécessité d'accompagner davantage les collectivités territoriales dans le déploiement de la mobilité routière autonome. Une des pistes envisagées par la Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM), du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, consiste en la création d'un espace commun afin de partager les informations utiles et d'aider les collectivités locales dans le développement de leur projet de mobilité autonome.

Cette démarche pourrait prolonger les initiatives déjà mises en place avec la plateforme France Mobilités. Les objectifs seraient les suivants :

- mettre à disposition des collectivités des guides pédagogiques sur la mobilité autonome (cadre réglementaire, cas d'usages adaptés aux caractéristiques et besoins du territoire, etc.) ;
- partager les retours d'expérience et les solutions innovantes construites dans les différents projets d'expérimentation terminés ou en cours autour des véhicules autonomes (rôle des différents acteurs publics et privés impliqués, acceptabilité de la population et des usagers, questions sur l'évaluation de l'impact environnemental et social du service, etc.) ;
- proposer un guide rapide d'évaluation du projet afin d'estimer les conditions initiales nécessaires au déploiement d'un service de mobilité autonome sur le territoire (caractéristiques géographiques, besoins de mobilité, offre de transport existante, etc.) ;
- présenter les étapes, les partenaires et les solutions de financement pour le déploiement d'un système de mobilité autonome dans les territoires.

Forte des résultats produits en 2021 et afin de contribuer aux réflexions sur l'actualisation de la stratégie nationale, la Communauté d'intérêt a élaboré une proposition autour d'un guichet unique. Ce dernier doit permettre de répondre aux questions et aux attentes des collectivités en matière de mobilité autonome, afin, comme l'a rappelé Cédric Szabo, directeur de l'Association des Maires Ruraux de France, de « redonner du pouvoir d'agir à nos élus pour répondre aux besoins des populations de nos territoires »[2]. La proposition de guichet unique portée par la CIVA s'articule autour de quatre piliers : la pédagogie, l'évaluation, l'orientation et le financement.

[2] Société des ingénieurs de l'automobile (SIA), Congrès Regards Croisés sur les Mobilités Autonomes, 15/11/2022.

1 PÉDAGOGIE

Le premier pilier vise à répondre aux questions que peuvent se poser les collectivités locales au sujet de la mobilité routière autonome. Il présenterait des mémos brefs permettant à tout acteur local intéressé de saisir les différentes composantes de la mobilité autonome, la réalité des développements technologiques à l'œuvre et des principaux enjeux non-techniques autour de cette solution innovante de mobilité. Ces derniers pourraient couvrir les points suivants : la stratégie nationale, le cadre règlementaire, les retours d'expériences des projets déjà menés, l'impact envisagé sur la sécurité, l'environnement et l'emploi, etc. Le benchmark des expérimentations de navettes autonomes réalisé par la Communauté en 2022 pourrait alimenter ce premier pilier.

2 ÉVALUATION

Le second pilier consiste à fournir aux élus intéressés un outil pour se positionner par rapport à un projet de mobilité autonome. La CIVA propose ainsi de bâtir un index de maturité (*readiness index*) permettant aux collectivités locales d'évaluer rapidement l'opportunité de développer un service de transport autonome sur leur territoire. Cet index reposerait sur l'identification de variables clés que les collectivités complèteraient pour évaluer leur projet. L'addition de ces résultats leur donnerait rapidement et simplement un premier aperçu de leur niveau de préparation et de l'opportunité de déployer un tel service de mobilité autonome.

3 ORIENTATION

Le troisième pilier du guichet unique a pour but d'orienter les collectivités désireuses de s'engager dans un projet de transport autonome vers des solutions d'accompagnement pour son déploiement. Il s'agirait de clarifier les différentes étapes d'un tel projet (choix des partenaires, choix du cas d'usage et du trajet, solutions de financement, gestion de projet, etc.) pour répondre aux difficultés d'ingénieries (technique, juridique, financière, etc.) auxquelles sont confrontées nombre de collectivités locales. Ce troisième pilier pourrait également lister les partenaires potentiels d'un tel projet, voire les labéliser.

4 FINANCEMENT

Le quatrième pilier repose sur une présentation des solutions de financement susceptibles d'être mobilisées dans le cadre d'un tel projet, qu'elles soient ponctuelles ou structurelles. Il recenserait les financements disponibles à l'échelle nationale et européenne et les différents appels d'offres sur le sujet. Ce pilier pourrait également proposer des pistes de mutualisation des ressources afin de favoriser la montée en gamme des projets (par exemple avec l'achat ou la location d'une navette) et le développement des pilotes de services de mobilité autonome sur le territoire national.

> ***La vocation de la Communauté d'intérêt est de partir des besoins de quelques élus intéressés afin de montrer aux autres que le déploiement est possible par un effet de démonstration. Il convient pour cela de penser la mobilité autonome à l'aune de sa complémentarité avec les autres solutions de mobilité présentes sur un territoire.***
>
> *Alexis Offergeld,*
> *Directeur de Movin'On LAB*
> *CO4, 11 janvier 2022*

Dans le prolongement des résultats des années précédentes, les activités de la Communauté en 2022 se sont articulées autour de quatre axes :

1 Approfondir la question de l'expérience passager d'un service de mobilité autonome

La Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome a organisé cinq ateliers structurés autour de la thématique de l'élaboration et de l'expérience passager d'un service de mobilité autonome. Grâce aux interventions de chercheurs, de praticiens et de professionnels, les ateliers ont interrogé la notion d'expérience passager et ses composantes, le design des véhicules et des services de transport autonome, les interfaces homme-machine, l'accompagnement et la formation à l'utilisation d'un service de mobilité autonome et la combinaison transport autonome de passagers et de marchandises. Ces ateliers ont permis de saisir les différentes composantes de l'expérience d'usage d'un service de mobilité autonome et de souligner la part prépondérante que continue à jouer l'humain dans cette expérience.

2 Identifier les évolutions des expérimentations de navettes autonomes dans le monde

Afin de préparer son projet d'expérimentation, la Communauté a souhaité dresser un bilan des multiples expérimentations de navettes autonomes déjà conduites dans le monde. Un benchmark a ainsi été réalisé afin de saisir l'évolution de ces dernières au cours du temps, que ce soit au niveau de leur nombre, de leur répartition géographique, de leurs caractéristiques ou bien encore du cas d'usage testé. Les résultats de ce benchmark mettent en avant l'originalité du projet RIMA auquel s'est associée la Communauté d'intérêt, qui ne constitue plus une expérimentation mais la mise en place d'un pilote de services dans un territoire rural.

3 Préparer l'association et la contribution de la Communauté d'intérêt au projet « Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée » (RIMA)

Les entreprises membres de la Communauté ont fait le choix de se rapprocher de l'expérimentation de navette autonome conduite en 2020-2021 dans le Val de Drôme. Ce choix s'est matérialisé par l'élaboration d'un nouveau projet baptisé « Réseau Inclusif de Mobilité Automatisé » (RIMA), lauréat du quatrième Programme d'investissement d'avenir (PIA4). Ce projet de pilote de services à grande échelle sera mené en 2023 et 2024 sur le territoire de la ville de Crest et de l'intercommunalité du Val de Drôme. Il permettra à la Communauté de tester concrètement ses hypothèses sur l'intérêt d'un service de mobilité autonome en territoire rural et sur ses conditions d'exploitation et de réplicabilité. Dans ce projet, la Communauté sera en charge des enquêtes relatives à l'acceptabilité et l'acceptation du service, ainsi qu'à son inscription dans le territoire à travers l'association des différentes parties prenantes.

4 Évaluer l'acceptabilité des habitants du territoire où se déroulent les expérimentations Val de Drôme et Cœur de Brenne

La Communauté a enfin conduit en 2022 une étude inédite, une première mondiale, sur l'inscription de deux projets d'expérimentations de mobilité autonome, Val de Drôme et Cœur de Brenne, dans leur territoire de déploiement. L'intérêt de cette étude est d'analyser la manière dont une expérimentation est ressentie par les habitants au niveau du département et la manière dont elle peut changer leur acceptabilité de la mobilité autonome. Cette étude est la première réalisation du programme d'enquêtes que la Communauté conduira régulièrement dans le cadre du projet RIMA.

Ce rapport de synthèse des travaux réalisés en 2022 par la Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome se structure en quatre chapitres. Le premier chapitre dresse un état des lieux scientifique de l'expérience passager d'un service de mobilité autonome et de ses enjeux. Le deuxième chapitre présente et tire les enseignements du benchmark des expérimentations de navettes autonomes dans le monde et de la comparaison avec les services de robots-taxis déployés aux États-Unis et en Chine. Le troisième chapitre présente le projet de pilote de service Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA) et la contribution de la Communauté à l'analyse de l'acceptabilité, de l'acceptation, de l'expérience passager et de l'inscription de ce service de mobilité dans le territoire rural de Crest et du Val de Drôme. Le quatrième et dernier chapitre restitue les résultats de l'étude sur l'acceptabilité de deux expérimentations de navette autonome en zone rurale, Val de Drôme et Cœur de Brenne, par les habitants de leur territoire de déploiement.

L'ensemble des résultats riches et pertinents produits cette année, mais aussi lors des deux années précédentes, ont poussé les entreprises membres à vouloir prolonger l'existence de la Communauté d'intérêt pour un nouveau cycle de travail de trois ans. Ce dernier s'articulera autour de la conduite du projet RIMA et de l'ambition de concevoir un modèle global, rentable et réplicable pour l'exploitation d'un service de navettes autonomes dans les territoires ruraux et périurbains.



CHAPITRE 1

L'EXPÉRIENCE PASSAGER D'UN SERVICE DE MOBILITÉ AUTONOME

Les travaux de la Communauté d'intérêt sur le véhicule autonome s'articulent autour de la volonté de placer systématiquement les usages et les usagers au centre de ses réflexions. Ce parti pris constitue une condition sine qua non afin de s'assurer que la technologie de conduite automatisée serve réellement à répondre aux besoins de mobilité de ses utilisateurs, notamment dans les territoires périurbains et ruraux.

Dans cette perspective, la Communauté d'intérêt a concentré son attention en 2022 sur la compréhension des enjeux autour de l'élaboration d'un service de mobilité autonome et de l'expérience passager. Il s'agissait d'appréhender grâce aux ateliers la notion même d'« expérience passager » et les particularités de son application à un véhicule autonome partagé et collectif, ce qui constitue un aspect essentiel pour le développement d'un service de mobilité fondé sur des navettes autonomes.

Les travaux ont d'abord permis d'interroger la manière dont le passager ou l'usager est appréhendé dans les services classiques de transport (partie 1). Les échanges ont ensuite porté sur le design d'un service de mobilité autonome afin de correspondre aux attentes des futurs usagers (partie 2). La spécificité d'un service de mobilité autonome réside également dans la prise en compte de la problématique des interactions entre le véhicule autonome, ses usagers mais aussi les non-usagers (partie 3). C'est l'objet des interfaces homme-machine (IHM) qui constituent une composante essentielle du développement des nouveaux systèmes de mobilité autonome, tant pour l'information des passagers à l'intérieur du véhicule que pour les autres usagers de la voirie (piétons, cyclistes, motocyclistes, automobilistes etc.). En outre, les travaux menés lors des deux premières années de la Communauté d'intérêt ont souligné que la mobilité ne se résumait pas à une seule question technique mais constituait également une compétence à développer. D'où la nécessité d'informer, de sensibiliser, d'accompagner voire d'éduquer l'usager d'un service de mobilité autonome (partie 4).

L'expérience d'un passager de navette autonome doit dès lors être pensée dans son ensemble, de la connaissance du service (horaires, trajet, points d'arrêt) à son utilisation concrète (commande du service, déplacement au point de rencontre, expérience à bord, descente du véhicule etc.). Cela pose in fine la question de la place centrale des acteurs humains, en particulier de l'opérateur de sécurité à bord et du superviseur à distance, dans l'expérience vécue par les utilisateurs des services de mobilité autonome.



p. 32

PARTIE 1

L'EXPÉRIENCE PASSAGER, UNE DÉCLINAISON DE L'EXPÉRIENCE UTILISATEUR D'UN VÉHICULE AUTONOME

Tenir compte de l'expérience subjective des passagers est primordial pour concevoir les services de mobilité de demain.

p. 44

PARTIE 2

DESIGN DES VÉHICULES AUTONOMES

Le design se caractérise par une volonté de positionner systématiquement l'utilisateur au centre des réflexions. Il vise à faciliter et à améliorer l'expérience des passagers.

p. 56

PARTIE 3

LES INTERFACES HOMME-MACHINE

Les interfaces homme-machine jouent un rôle central pour améliorer la sécurité perçue, la confiance, l'acceptabilité et l'acceptation des véhicules autonomes.

p. 74

PARTIE 4

L'ACCOMPAGNEMENT DES PASSAGERS DE VÉHICULES AUTONOMES

L'accompagnement et la formation des passagers d'un véhicule autonome constituent une problématique essentielle pour favoriser l'acceptation et la généralisation de cette nouvelle solution de mobilité.

✦

L'EXPÉRIENCE PASSAGER, UNE DÉCLINAISON DE L'EXPÉRIENCE UTILISATEUR D'UN VÉHICULE AUTONOME

Depuis plusieurs années, les opérateurs de mobilité ont fait de l'expérience client une priorité en utilisant des termes comme « expérience utilisateur » ou « expérience voyageur ». À l'heure de la digitalisation et du développement du MaaS (*Mobility as a Service*), le ressenti de l'usager est au cœur de l'évaluation des services de transport, qui était jusqu'alors limitée au seul critère du temps de trajet. Que ce soit par l'expression des intentions d'usage en amont ou le retour d'expérience en aval, la perception de l'usager est clef dans le processus de conception des services de mobilité de demain.

Réinscrire l'expérience subjective dans l'évaluation des transports

Les travaux scientifiques sur les transports soulignent l'importance de ne pas restreindre l'évaluation des services de mobilité au seul temps de trajet[1]. Tenir compte de l'expérience subjective du passager est primordial pour comprendre les pratiques de mobilité individuelles et réfléchir à de nouveaux cadres d'évaluation des transports.

Une analyse historiquement focalisée sur le temps de transport

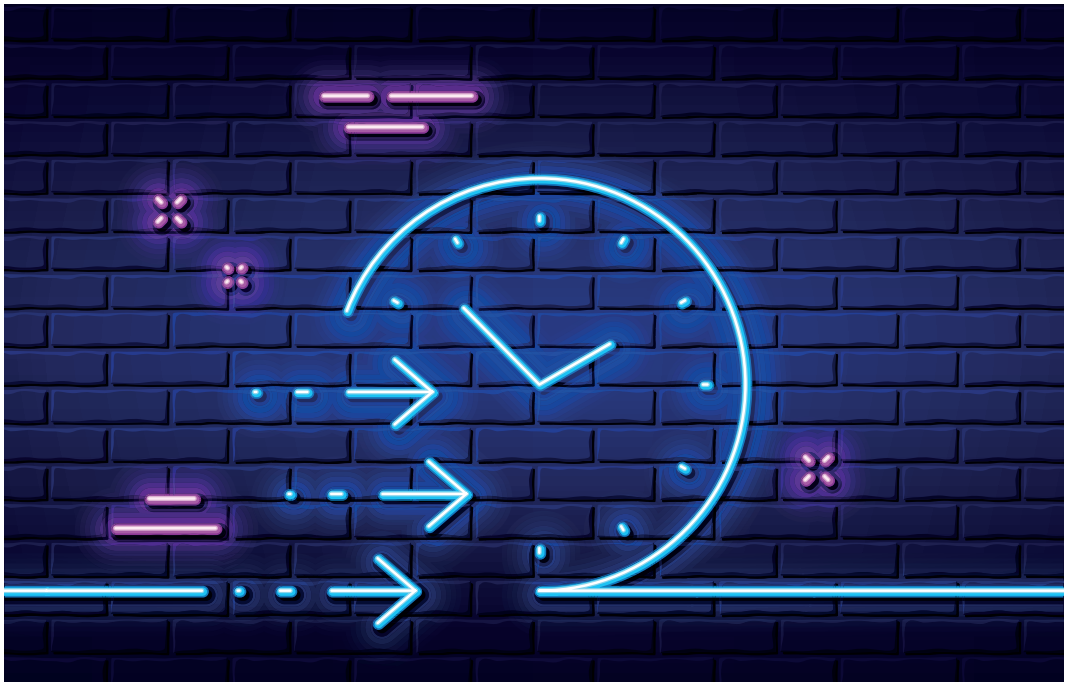
Le temps a longtemps été considéré comme le principal critère d'évaluation de la performance des transports. Dans cette optique, tous les acteurs de la mobilité ont intérêt à le minimiser et recherchent une augmentation de la vitesse :

- Les régulateurs (autorités organisatrices de la mobilité) voient la vitesse comme une solution pour soulager la congestion des réseaux de transport sur leur territoire. L'objectif est de minimiser le temps de transport des individus entre leurs différentes destinations (domicile, travail, loisirs, lieux de consommation etc.). Le temps étant converti en valeur monétaire, les régulateurs ont longtemps orienté leurs investissements vers les solutions de transport qui assurent le plus de décongestion et donc les plus rapides.
- Les opérateurs de transports valorisent leur activité autour du gain de temps qu'elle procure. La qualité de leur service dépend du temps de déplacement, de sa régularité et de sa ponctualité.
- Dans la théorie microéconomique d'allocation du temps[2], les individus considèrent le temps de transport comme un temps perdu puisqu'il n'est pas alloué à d'autres activités satisfaisantes. Le temps de transport est donc pensé comme une contrainte qui doit être amoindrie.

Cependant, restreindre l'évaluation du transport à sa durée présente plusieurs limites. Bien que le temps de transport apparaisse comme une variable objective, les passagers sont très influencés par leur ressenti. Le critère du temps ne prend pas en compte les particularités individuelles des passagers (revenu, préférences, etc.). Elles sont pourtant centrales pour exprimer leur appétence à substituer le temps

[1] JOSSET, J. M., RALLET, A., 2017, « Numérique et transport : observer et mesurer des formes plus complexes de perception du temps de transport », *Terminal*, (121), [En ligne], https://journals.openedition.org/terminal/1724?lang=en.

[2] BECKER G., 1965, « Time and household production: a theory of the allocation of time », *Economic Journal*, (75), pp. 493-517.



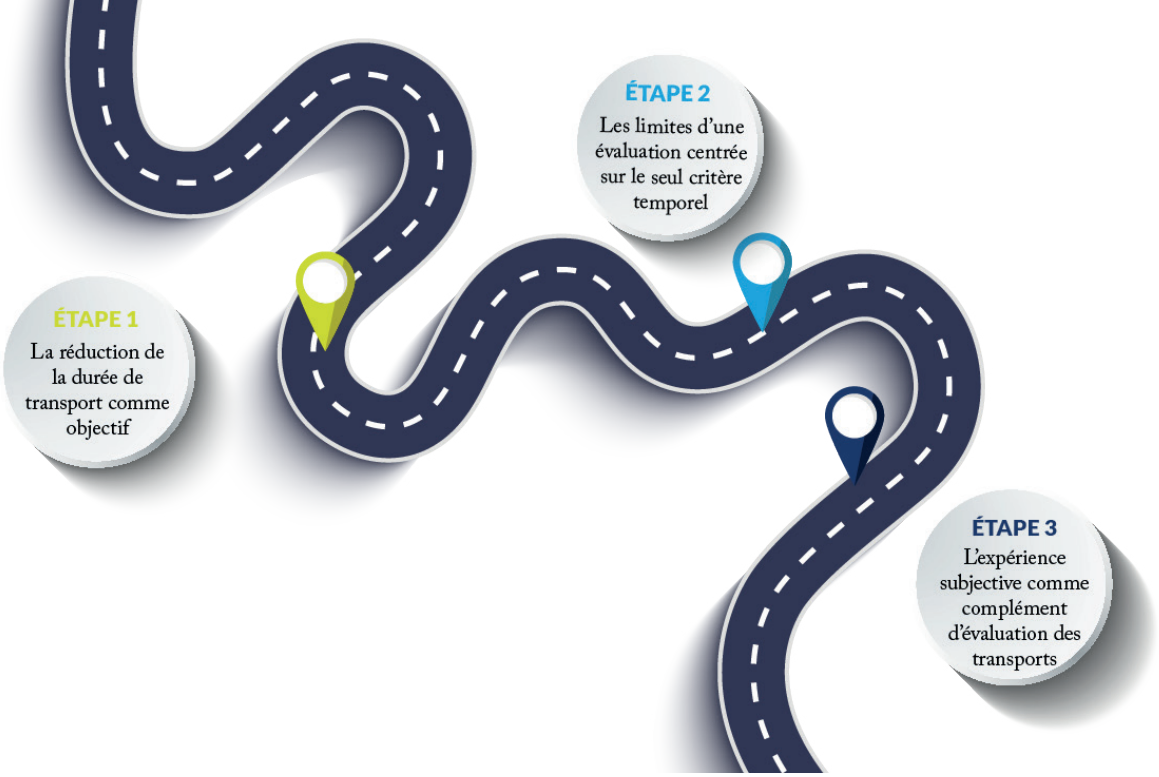
de transport aux autres activités prévues dans la journée. On sait par exemple que la perception de la durée varie selon des critères individuels et qu'elle est liée au transport lui-même puisqu'elle dépend du confort, de l'affluence, des choix modaux, etc.

Aussi, plusieurs études remettent en cause le fait que le temps de transport soit un temps mort de « dés-utilité[3]» . En effet, il peut générer de la satisfaction notamment pour les longs voyages (découverte, prestige social) ou dans certains modes de transport (plaisirs de la marche, du repos, de l'exercice physique du vélo, de l'échange avec les compagnons de voyage, etc.). Le développement du digital et la généralisation du smartphone ont également provoqué une révolution dans la perception du temps de transport par les opérateurs de mobilité et les passagers. En assurant la possibilité de communiquer et l'accès à des contenus, le transport n'est plus un temps vide, mais il s'intègre comme un prolongement des activités du quotidien.

Enfin, les régulateurs ont constaté plusieurs limites au fait de n'investir que dans des infrastructures de grande vitesse. En effet, l'augmentation de la vitesse de circulation ne réduit pas forcément le temps de transport. Dès les années 1970, des études ont montré que l'augmentation de la vitesse ne suffisait pas à diminuer le temps de transport des individus puisque ces derniers ont alors tendance à rallonger les distances qu'ils parcourent[4].

[3] JOSSET, J. M., RALLET, A., 2017, « Numérique et transport : observer et mesurer des formes plus complexes de perception du temps de transport », Terminal, (121), [En ligne], https://journals.openedition.org/terminal/1724?lang=en.

[4] ZAHAVI Y., 1974, Travel time budgets and mobility in urban areas, Rapport pour le département des Transports des États-Unis et le ministère des Transports de la R.F.A., p. 81.



Prendre en compte l'expérience subjective des transports

La prise en compte des perceptions subjectives du passager permet de dépasser les limites du critère de temps. Depuis les années 2010, de nombreux travaux ont été consacrés au bien-être dans les transports : quelles dimensions retenir ? Comment le mesurer ? Quels sont ses facteurs explicatifs ? Quel est son impact sur les comportements de transport ? Etc.

Appréhender l'expérience subjective du passager se fait dans un contexte d'usage précis où la situation est projetée. Ces contextes s'adaptent au quotidien puisque les individus adoptent une posture de résignation. Par exemple, bien que ce soit une source d'insatisfaction, une confrontation répétée aux dysfonctionnements d'un moyen de transport conduit l'individu à s'y adapter et à s'y habituer à terme.

Plusieurs travaux cherchent ainsi le meilleur moyen d'évaluer le bien-être du passager :

- Le Syndicat des transports d'Île-de-France a choisi de mesurer le bien-être de ses passagers en combinant différents critères. À partir de données portant sur la vision des usagers récoltée dans des enquêtes, il mesure la satisfaction de l'usager selon la perception du temps de trajet, des retards de trains, de l'affluence et du niveau d'informations sur les retards. La méthode repose sur une estimation de temps monétarisée et fait écho aux limites énumérées précédemment.
- D'autres études proposent des échelles de satisfaction. Il s'agit d'appréhender l'« utilité expérimentée[5] » pendant un usage à un instant précis par l'intermédiaire d'un questionnaire. Ce mode d'évaluation est également limité à cause des biais qu'il soulève : par exemple, un sentiment de mal-être perçu est-il entièrement imputable au système de transport ?
- Enfin, certains travaux tendent à utiliser les smartphones pour récolter des informations pour évaluer le bien-être des usagers. Par exemple, Jean-Marc Jousset et Alain Rallet[6] ont proposé une méthodologie servant à capter en situation réelle le niveau de bien-être perçu par les individus lors de leurs déplacements sur le plateau de Saclay. Cette approche combine la méthode d'échantillonnage d'expérience pour mesurer les réactions en cours de situation et des captures automatiques d'informations *via* les smartphones des passagers.

[5] KAHNEMAN, D., TVERSKY, A., 2003, « Experienced utility and objective happiness: A moment-based approach ». *The psychology of economic decisions*, 1, pp. 187-208.

[6] JOSSET, J. M., RALLET, A., 2017, « Numérique et transport : observer et mesurer des formes plus complexes de perception du temps de transport », *Terminal*, (121), [En ligne], https://journals.openedition.org/terminal/1724?lang=en.

Expression des intentions d'usage des passagers

Évaluer un service de mobilité revient à comprendre comment l'usager est lié à la technologie. Il serait toutefois réducteur de n'étudier ce lien qu'à partir du moment où l'usager se l'est approprié. En effet, avant même de l'intégrer dans ses pratiques de mobilité, l'usager développe une intention d'usage vis-à-vis de cette technologie.

Il convient de distinguer deux étapes dans la construction de cette intention d'usage[7]. La première est l'acceptabilité et concerne l'intention d'usage avant que l'individu ait testé la technologie, par exemple de conduite automatisée. La seconde étape est celle de l'acceptation et concerne l'intention d'usage après que l'individu a fait l'expérience concrète de la technologie, en l'occurrence du véhicule autonome. Lors de ces deux phases, les valeurs de chaque individu jouent un rôle clé dans la manière dont il perçoit en amont le véhicule autonome et dans ce qu'il en attend en pratique.

Acceptabilité et acceptation

L'acceptabilité explique comment l'individu se projette dans l'usage d'une technologie qu'il n'a pas encore testée. Elle décrit comment le cerveau identifie et traite l'information relative à cette technologie, notamment au travers des représentations qu'il s'en fait. Il existe deux types d'acceptabilité[8]:

- **La première est l'acceptabilité pratique**. L'individu se projette sur l'utilité pratique qu'il perçoit de la technologie sous deux prismes complémentaires. D'une part, l'utilité technique renvoie à la capacité intrinsèque de l'objet. L'individu évalue dans quelle mesure la technologie est capable de répondre à ses besoins. D'autre part, l'utilisabilité renvoie à la capacité de l'usager de se saisir de la technologie. Elle est définie par la norme ISO 9241-11 comme « le degré selon lequel un système, un produit ou un service peut être utilisé, par des utilisateurs spécifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié »[9]. Elle renvoie donc à la praticité de la technologie, soit dans quelle mesure l'individu peut s'en saisir.
- **La seconde est l'acceptabilité sociale**. Il s'agit de « l'examen des conditions qui rendent ce produit ou service acceptable (ou non) par l'utilisateur avant son usage réel et effectif »[10]. Dit autrement, l'acceptabilité sociale s'inscrit dans une évaluation collective et repose sur un système de valeurs et de croyances partagées. Plusieurs modèles traitent de cette dimension de l'acceptabilité. Le modèle « *Technology Acceptance Model* »[11], l'un des plus robustes, souligne qu'une technologie est socialement acceptable si son utilité perçue et sa facilité d'usage perçue sont satisfaisantes. Le modèle « *Theory of Planned Behavior* »[12] prend en compte les normes sociales et les variables liées à la « perception du contrôle ». Ces différents modèles s'accordent sur l'importance de l'image que l'individu a de la technologie avant de l'avoir testée.

L'acceptabilité a néanmoins plusieurs limites. Il est difficile d'en établir un modèle générique. De plus, la manifestation d'une intention d'usage ne se traduira pas forcément par un usage dans la réalité. Enfin, les données récoltées par cet exercice de projection sont déconnectées de l'usage même de la technologie.

---

[7] MONÉGER, F., 2018, *Conception d'un service de transport par navettes autonomes acceptable et sécurisé : approche ergonomique par l'analyse des expériences vécues et des valeurs en acte* , thèse de doctorat, Université Clermont Auvergne.

[8] NIELSEN, J., 1993, *Usability engineering*, Boston: Academic Press.

[9] ISO 9241-11:2018. Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 11: Utilisabilité — Définitions et concepts, Organisation internationale de normalisation, https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:fr.

[10] TERRADE, F., PASQUIER, H., REERINCK-BOULANGER, J., GUINGOUAIN, G. & SOMAT, A., 2009, « L'acceptabilité sociale : la prise en compte des déterminants sociaux dans l'analyse de l'acceptabilité des systèmes technologiques », *Le travail humain*, 72(4), p. 384.

[11] DAVIS, F. D., 1985, *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results*, Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology.

[12] AJZEN, I., 1991, « The Theory of Planned Behavior», *Organizational behavior and human decision processes*, 50, pp. 179-211

L'acceptation renvoie pour sa part à l'intention d'usage de la technologie une fois que l'usager a testé cette dernière. Il s'agit de « la façon dont un individu, mais aussi un collectif, une organisation perçoivent, au gré des situations quotidiennes, les enjeux liés à ces technologies (atouts, bénéfices, risques, opportunité) et y réagissent (favorablement ou non) »[13]. L'acceptation s'inscrit dans un contexte d'usage précis, celui dans lequel la technologie a été effectivement testée.

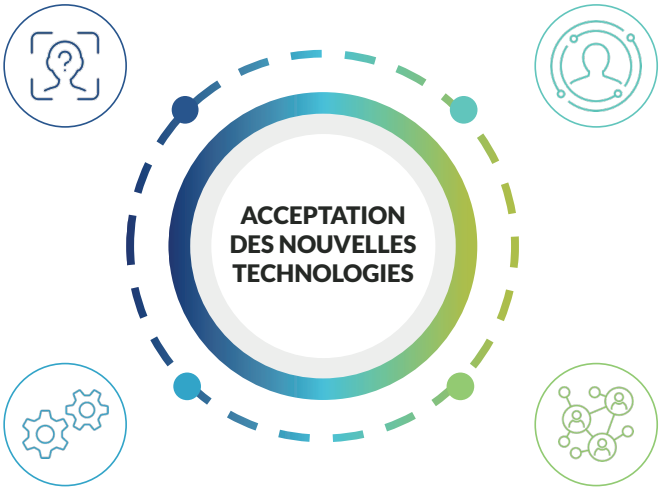
Les facteurs d'acceptation des nouvelles technologies peuvent être classés en quatre dimensions[14]:

LA DIMENSION « TRANSPERSONNELLE »
(OU IDENTITAIRE)

Elle concerne l'ensemble des répercussions que la technologie peut avoir dans la construction et la reconnaissance identitaire de l'individu.

LA DIMENSION « MÉTA-PERSONNELLE »
(OU ORGANISATIONNELLE)

Elle apprécie toutes les incidences socio-organisationnelles que la technologie peut avoir sur l'usager.



LA DIMENSION « PERSONNELLE »
(OU INDIVIDUELLE)

Elle compare l'ensemble des coûts et des bénéfices personnels induits par l'utilisation de la technologie aussi bien d'un point de vue cognitif qu'émotionnel. Cette dimension est nourrie par les trois autres.

LA DIMENSION « INTERPERSONNELLE »
(OU RELATIONNELLE)

Elle exprime l'impact que la technologie peut avoir sur les collectifs auxquels appartient l'individu, comme la redéfinition des réseaux et l'affaiblissement des liens par exemple.

Ce modèle souligne à quel point l'acceptation ne se limite pas à l'échelle individuelle mais s'inscrit dans un tissu social.

---

[13] BOBILLIER-CHAUMON, M-E., DUBOIS, M., 2009, « L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelle articulation possible entre acceptabilité et acceptation ? », *Le travail humain*, 72(4), p. 362.

[14] BOBILLIER-CHAUMON, M-E., 2013, *Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies dans l'activité : questions et perspectives pour la psychologie du travail. Habilitation à diriger des recherches*, Université Lumière Lyon 2, Lyon.



Les valeurs au cœur de l'intention d'usage

Les processus d'acceptabilité et d'acceptation reposent ainsi sur un ensemble de valeurs qui influencent l'intention d'usage de la technologie [15]. Plusieurs travaux ont recensé les valeurs qui opèrent dans les intentions d'usage des individus. Par exemple, Shalom H. Schwartz et Wolwang Bilsky ont recensé en 1990 dans la littérature 56 valeurs dans dix « domaines motivationnels »[16]:

1. la sécurité,
2. le pouvoir,
3. la réussite,
4. l'hédonisme,
5. la stimulation,
6. l'autonomie,
7. l'universalisme,
8. la bienveillance,
9. la conformité,
10. la tradition.

L'intérêt de ce modèle est de montrer que les valeurs ne sont pas indépendantes les unes des autres. Elles peuvent être complémentaires (la conformité avec la sécurité) ou bien en conflit (la bienveillance et le pouvoir).

Outre les valeurs, les émotions jouent également un rôle dans le processus d'acceptation. Un parallèle peut être dressé avec le processus d'acceptation du véhicule électrique[17] dans :

- la dimension individuelle, le véhicule électrique permet à l'usager de développer de nouvelles compétences de conduite et d'acquérir de nouvelles normes d'usage ;
- la dimension organisationnelle, le véhicule électrique assure la continuité des pratiques quotidiennes et une plus grande souplesse dans l'organisation domestique ;
- la dimension relationnelle, le véhicule électrique favorise des interactions positives et impacte peu les relations dans les foyers. En revanche, il peut détériorer les relations avec les autres usagers de la route ;
- la dimension identitaire, le véhicule électrique offre un statut de spécialiste à l'usager et une image de protecteur de l'environnement dans la société.

Cet exemple illustre de quelle manière l'usager anticipe des bouleversements, aussi bien à son échelle personnelle, mais aussi interpersonnelle, à la suite de l'usage de la technologie. Ainsi, assurer une bonne expérience passager revient aussi à répondre à ses attentes et ses inquiétudes formulées en amont de l'usage.

[15] MONÉGER, F., 2018, *Conception d'un service de transport par navettes autonomes acceptable et sécurisé : approche ergonomique par l'analyse des expériences vécues et des valeurs en acte*, Doctoral dissertation, Université Clermont Auvergne.

[16] SCHWARTZ, S. H., BILSKY, W., (1990), "Toward a theory of the universal content and structure of values: Extensions and cross-cultural replications", *Journal of personality and social psychology*, 58(5), p. 878.

[17] POUPON, L., PHILIPPS-BERTIN, C., CHAUMON, M. E. B., & KALAMPALIKIS, N. (2013). Première expérience de conduite d'une voiture électrique : l'influence des émotions. *Activités humaines, Technologies et Bien être*, p. 409.



Expériences d'usage des passagers

Alors que l'utilisabilité se limite à une vision très ergonomique de la technologie, l'expérience utilisateur et l'expérience vécue intègrent également les différents liens émotionnels qui lient l'individu à la technologie.

L'expérience utilisateur

Le point de départ du concept d'expérience utilisateur est celui d'utilisabilité. L'utilisabilité exprime la capacité de l'usager à se saisir de l'objet pour atteindre ses objectifs. Elle est fondée sur quatre piliers :

1. l'efficacité de la technologie, soit sa capacité à atteindre le but de l'usager ;
2. l'efficience de la technologie, soit sa capacité à apporter une solution plus efficace que celles déjà existantes ;
3. la satisfaction de l'usager ;
4. la capacité de la technologie à répondre aux critères énoncés ci-dessus dans un contexte précis.

Le concept d'utilisabilité repose essentiellement sur l'ergonomie et ne prend pas en compte ni la dimension affective liée à l'usage, ni les valeurs qui lient l'usager à la technologie.

Le concept d'expérience utilisateur est donc né à la fin des années 1990 pour compléter celui de l'utilisabilité. L'expérience utilisateur enrichit la compréhension de la relation entre l'utilisateur et le produit ou le service. Elle est définie dans le cadre de la norme ISO 9241-210[18] comme « les perceptions et réactions d'un utilisateur qui résultent de l'utilisation effective et/ou anticipée d'un système, produit ou service »[19]. L'expérience utilisateur dépend de :

1. l'utilisabilité, soit la possibilité pour l'usager d'accéder à l'objet pour atteindre facilement son objectif ;
2. l'accessibilité, soit la possibilité pour l'usager d'interagir avec la technologie d'un point de vue technique et ergonomique (dimensionnement, design universel, etc.), mais aussi social et politique (aptitude d'accès, caractéristiques des personnes à besoins spécifiques, etc.) ;
3. l'influençabilité, soit l'aptitude de la technologie à changer les attitudes et les comportements de l'utilisateur ;
4. l'émotionnalité, soit la possibilité de susciter le plaisir sous différentes formes (physique, psychologique, social, idéologique) et en touchant les valeurs personnelles et le ressenti de l'usager (perception d'amusement, de joie, de tristesse, d'ennui, d'énervement, etc.).

L'expérience utilisateur sert à identifier les facteurs de réussite d'un produit ou d'un service[20].

[18] ISO 9241-210:2019, Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 210: Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs, Organisation internationale de normalisation, https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:9241:-210:ed-2:v1:fr.

[19] BRANGIER, É., BASTIEN, J. M. C., 2010, « 12. L'évolution de l'ergonomie des produits informatiques: accessibilité, utilisabilité, émotionnalité et influençabilité », *Ergonomie, conception de produits et services médiatisés*, Paris, Presses Universitaires de France, pp. 307-328.

[20] HERNANDEZ, S., MONZON, A., 2016, « Key factors for defining an efficient urban transport interchange: Users' perceptions. », *Cities*, 50, pp. 158-167.

L'expérience vécue

Alors que l'expérience utilisateur renvoie à une approche « objectivante » de l'expérience, le concept d'expérience vécue apporte pour sa part une vision « subjectivante » de celle-ci. L'expérience vécue est mobilisée en ergonomie, mais aussi en philosophie, en psychologie, en anthropologie. Elle est définie comme « les flux des pensées (interprétations, anticipations-attentes), actions, émotions ou sensations perceptives (visuelles, auditives, kinesthésiques, etc.) qui se produisent pendant l'activité cible et sont conscientisées soit au cours de l'activité […] soit après-coup *via* un acte de réfléchissement, par exemple au cours d'un entretien »[21]. L'expérience vécue est donc de l'ordre du ressenti, de l'éprouvé entre l'usager et la technologie.

Michael Hayman, Directeur Expériences Mobilité et Innovation au sein de Kisio, filiale du groupe Keolis, a rappelé lors d'un atelier de la Communauté d'intérêt que l'expérience de mobilité ne se limite pas à l'expérience utilisateur ou à l'expérience du service[22]. Elle concerne aussi toutes les parties prenantes de l'écosystème du territoire au-delà du service en tant que tel. Il a souligné qu'appréhender l'expérience de mobilité en navette autonome combine donc la complexité sociale, liée à la prise en compte des parties prenantes, avec la complexité technologique d'un produit pas encore mature.

Enfin, il convient de rappeler que les acteurs impliqués dans la mobilité autonome n'ont pas le même cadre de valeurs. Par exemple, les constructeurs de navettes s'orientent vers les enjeux technologiques et économiques liés à l'objet, alors que les opérateurs de mobilité ont en plus des enjeux d'usage et d'organisation du service de mobilité. Par conséquent, il faut élargir le référentiel pour intégrer toutes les valeurs significatives pour les différentes parties prenantes de l'écosystème.



[21] ZOUINAR, M., CAHOUR, B., 2013, « Activité et expérience vécue : quels liens ? », Activités humaines, Technologies et Bien-être. Actes du 7e colloque de psychologie ergonomique, Épique, p. 71.

[22] Atelier 14, 24/03/2022.

LA PROJECTION IMAGINAIRE GUIDÉE

Marie Horeau et Béatrice Cahour[23] ont voulu identifier les sources de confort et d'inconfort des usagers partageant un robot-taxi pour leurs déplacements habituels. Grâce à la méthode de Projection Imaginaire Guidée, les chercheuses ont proposé aux participants d'imaginer un trajet dans un robot-taxi en étant guidés le plus possible. Ils pouvaient se projeter librement sur le choix de l'itinéraire et devaient verbaliser le plus possible chaque étape de leur trajet, de la réservation jusqu'à l'évaluation du service. Une fois l'analyse faite des différentes données, plusieurs critères ont été identifiés comme des sources de confort ou d'inconfort.



[23] HOARAU, M., CAHOUR, B., 2021, « Partage d'un robot-taxi autonome lors d'un trajet par projection imaginaire guidée : quelles sources de confort et d'inconfort dues à l'absence de chauffeur ? », Actes du *11e colloque de psychologie ergonomique Épique*, 2021, pp. 122-129.

	Sources de confort	Sources d'inconfort
Réduction des interactions sociales du fait de l'absence de chauffeur	Se libérer des échanges de politesse ; avoir un trajet plus calme et silencieux	Frustration de ne pas pouvoir discuter pendant le trajet
Sécurité	Réduction du risque d'accidents	Crainte de défaillances techniques dangereuses et d'insécurité dans la navette (passagers entreprenants, alcoolisés, etc.)
Contrôle perçu	Hausse de la flexibilité du service de transport et de la fluidité du trafic ; gain de temps	Crainte de perte de temps à cause de détours ; imprécision du trajet ; difficultés d'adapter le trajet à la circulation
Disponibilité des informations	Véhicule reconnaissable ; informations du trajet accessibles ; informations sur le profil des autres passagers	Difficultés à reconnaître le véhicule dans des zones très fréquentées ; crainte de ne pas avoir accès aux informations importantes sur le trajet (lieux de départ et d'arrivée, temps de trajet, nombre d'arrêts prévus)
Design de l'habitacle et ambiances sensorielles	Possibilité d'individualiser les ambiances sensorielles (musique, climatisation, lumière)	Manque de propreté ; véhicule malodorant ; température, musique et lumière inconfortables ; véhicule non adapté aux personnes âgées ou à mobilité réduite
Valeurs personnelles	Opportunité de vivre une expérience futuriste ; curiosité pour les nouvelles technologies ; solution de mobilité plus durable (partagée et électrique)	Déshumanisation du service de mobilité ; risque de suppression des emplois sur le territoire
Multi-activité et ennui	Possibilité de réaliser plusieurs activités durant le trajet	Ennui du fait du manque d'interaction avec le chauffeur

Avec la durée du trajet, l'expérience subjective de l'usager est un élément central pour évaluer un service de transport. La perception de l'usager à l'égard de la technologie est structurante, qu'il soit habitué à l'utiliser ou pas. Avant que l'usager n'ait intégré le service de transport dans ses habitudes, son intention d'usage dépend de l'ergonomie perçue de la technologie, du tissu social dans lequel il s'inscrit et des valeurs qu'il porte. Les retours d'expérience des utilisateurs qualifient la relation qui lie l'usager à la technologie sous des dimensions objectives et subjectives.

D'autres études[24] ont par ailleurs questionné la place des émotions ressenties par les voyageurs au cours de leurs expériences de mobilité. En effet, la perception de l'expérience de mobilité par l'usager peut être biaisée en fonction des émotions ressenties, surtout si elles sont négatives, et du contexte ou du pays où il se trouve. Il est donc nécessaire de déconstruire l'expérience de mobilité vécue afin de bien diagnostiquer les problèmes rencontrés et de *designer* les réponses les plus adéquates. Les passagers d'un véhicule autonome partagé perçoivent dès lors différentes sources de confort et d'inconfort dans leur expérience. Ces derniers voient notamment la sécurité comme le principal critère d'efficience du service. Les sciences du *design* permettent justement de penser concrètement l'intégration du ressenti des usagers dans la conception de ces nouveaux services de mobilité.



[24] KONG, P., VALLET, F., AL MAGHRAOUI, O., CORNET, H., & FRENKLER, F., 2019, "Seeking emotions in mobility experience elicitation: A Singapore-France comparison", in International Association of Societies of Design Research Conference 2019.



©Fanny Vandecandelaere

DESIGN DES VÉHICULES AUTONOMES

Le *design* apparaît comme un facteur de premier plan pour faciliter et améliorer l'expérience des passagers de véhicules autonomes. Devant la diversité des méthodologies proposées, il convient de comprendre d'abord clairement ce qu'est le *design* et à quoi il sert. Il est ensuite important de distinguer les enjeux de *design* qui sont propres au service de mobilité et ceux qui sont liés au système de conduite automatisé afin de concevoir les solutions les plus adaptées au contexte étudié.

Qu'est-ce que le *design* ?

Très utilisé dans le langage courant, le *design* n'en reste pas moins une activité complexe qui répond à des objectifs précis. Le design a d'abord été considéré comme une méthode universelle puis comme une discipline scientifique à part entière. Elle se caractérise notamment par la volonté de positionner systématiquement l'utilisateur au centre de ses réflexions.

Définition du *design*

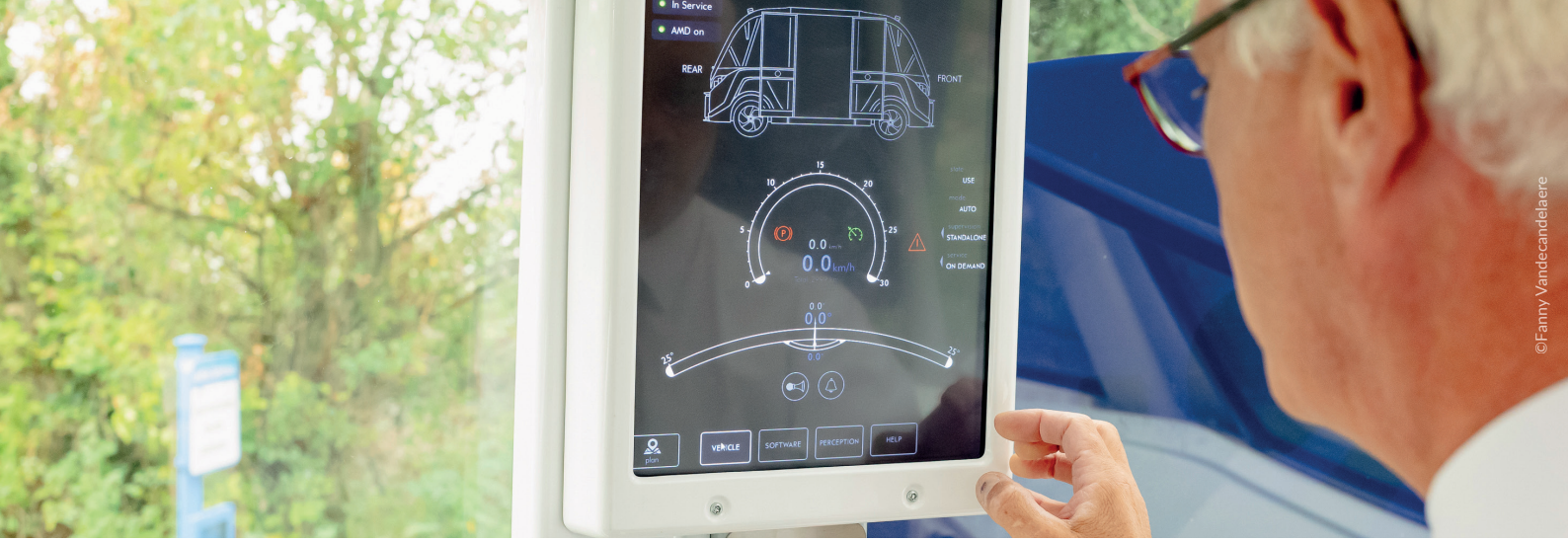
C'est à partir des années 1950 que le *design* a été appréhendé sous le prisme scientifique. Le mouvement des *Design Methods*[25], initié par Hörst Rittel, a marqué une franche rupture dans l'appréhension du *design*. Elle est passée d'une vision basée sur le processus créatif et l'intuition individuelle du *designer*-artiste à une méthode logique et systématique. C'est ainsi qu'est née la science du *design* (*design science*). En tant que science universelle, le design vise à résoudre des problèmes observés grâce à une méthode unique. La seconde génération du mouvement a ouvert la voie du co-*design* avec les parties prenantes et de la théorie du projet centré sur les acteurs.

C'est sous l'impulsion de ces deux mouvements que la recherche internationale en *design* s'est déployée dans les pays anglo-saxons, aux Pays-Bas, en Italie, en Scandinavie, en Turquie, en Corée et au Brésil. Ce n'est qu'à partir des années 2000 que la recherche française s'est à son tour vraiment intéressée au *design.* Depuis les années 1990, la science du *design* est néanmoins remise en cause. Le *design* n'est plus considéré comme une méthodologie singulière et universelle mais plutôt comme une approche interdisciplinaire, qui rend compte scientifiquement d'une multitude de pratiques et d'expertises. La culture du *design* émerge ainsi à la rencontre de plusieurs domaines professionnels et disciplinaires.

Il existe aujourd'hui de multiples définitions du *design*. Paul Ralph et Yair Wand[26] en proposent une qui regroupe les différents apports de la littérature scientifique sur ce sujet. Ils commencent par distinguer l'objet du *design*, à savoir l'entité physique ou non qui est designée, de l'acteur du *design* qui réalise le processus. Le *design* est une activité qui consiste à faire une « spécification » de l'objet, c'est-à-dire une description détaillée des éléments et des composants de celui-ci qui seront transformés. Cette description détaillée peut se traduire sous une représentation symbolique, mentale ou être de l'ordre de l'artéfact, par la construction d'un objet.

[25] VIAL, S. (2015). « Qu'est-ce que la recherche en design ? Introduction aux sciences du design ». *Sciences du Design*, 1, pp. 22-36

[26] RALPH, P., & WAND, Y. (2009). "A proposal for a formal definition of the design concept. In Design requirements engineering: A ten-year perspective". In K. Lyytinen et al. (eds.): Design Requirements Workshop, LNBIP 14, pp. 103-136,.



Le *design* est toujours guidé par une intention en amont pour répondre à des objectifs et des exigences définis au préalable. Il est extrêmement contextualisé puisqu'il est influencé par deux environnements : celui où l'objet ou le service sera mis en action et celui où l'agent réalise le processus de *design*. Le *design* s'opère donc à partir d'une collecte d'informations sur l'environnement et les caractéristiques de l'objet ou du service. Enfin, toutes les méthodologies de *design* s'opèrent dans un ensemble de contraintes, que ce soit pour le *design* physique (contraintes physiques et naturelles), le *design* virtuel (contraintes liées aux capacités de l'outil informatique) ou le *design* conceptuel (contraintes liées aux capacités mentales de l'agent).

Mettre l'utilisateur au centre

À partir des années 2000, il y a eu une prise de conscience généralisée sur l'importance de comprendre le développement technique à la lumière du développement des usages. Comme l'a souligné Anne Guénand, enseignante-chercheuse en *design* à l'Université de Technologie de Compiègne lors du quinzième atelier consacré à ce thème[27], l'orientation vers l'expérience utilisateur, impulsée notamment par l'arrivée des téléphones intelligents, a rendu nécessaire de codévelopper la technologie et l'expérience que celle-ci permet. L'enjeu est de passer d'une approche dite de technologie *push*, ou sans demande réelle identifiée pour celle-ci, à une démarche centrée sur l'usage et la réponse aux besoins et aux attentes de l'usager. L'expérience utilisateur est dès lors au cœur du *design*.

Anne Guénand a évoqué pour rappel quelques conditions essentielles du *design*. En premier lieu, il doit être universel, une qualité qui va permettre son utilisation par le plus grand nombre, notamment les personnes en difficulté ou en situation de fragilité sans les stigmatiser. Si le *design* est utile à ces personnes, il doit pouvoir être utilisé par tous. Le service Blablacar constitue un bon exemple de *design* universel. Sa conception s'adresse à tous les utilisateurs du covoiturage, y compris les usagers à mobilité réduite.

La deuxième condition importante du *design* est la perception de l'usager. Physiologiquement, la perception est la capacité de comprendre ce qui nous arrive avec les récepteurs de notre corps et qui nous permettent de réagir. Au sein du laboratoire Costech où Anne mène ses recherches, la perception est interprétée comme une activité. Dans ce sens, les personnes ne perçoivent pas qu'en agissant. Dès qu'un objet est saisi, il disparaît en tant qu'objet et sert à percevoir la réalité. Une fois l'action terminée, l'objet peut être de nouveau perçu mais il ne sert plus à percevoir.

Cette définition de la perception conditionne la constitution du système des valeurs émotionnelles lorsqu'une personne saisit un objet. C'est le principe de la perception active. La constitution technique d'un objet, tel qu'une navette autonome, va rendre possible un nombre d'actions pour les utilisateurs. L'enjeu du *design* est de rendre visible ces capacités d'action de l'objet pour former l'utilisateur à son usage.

[27] Atelier 16, 19/05/2022.

LE DESIGN THINKING

Le *Design Thinking* est une méthode de design très utilisée depuis les années 1990. Créée par David Kelley et Tim Brown, cette méthode se focalise sur les utilisateurs dans le but de créer des produits et des services innovants. Elle repose sur cinq étapes[28]:

1. Empathie : le processus commence par une immersion dans le monde de l'utilisateur afin d'identifier ses besoins et les problèmes rencontrés. Cette étape est centrale car, contrairement au processus d'innovation qui naît d'une idée, le *design* a pour but d'apporter une solution aux problèmes rencontrés.

2. Définition : *le design thinker* formalise une problématique à partir d'un problème identifié.

3. Idéation : en co-créativité avec son équipe, le *design thinker* exprime et met en commun toutes les idées qui pourraient répondre à la problématique énoncée. L'idée retenue est celle qui maximise simultanément la désirabilité, la faisabilité et la viabilité de l'objet.

4. Prototypage : cette étape concrétise l'idée retenue sous la forme d'un projet tangible (digital, physique, expérientiel, *etc.*).

5. Test : le prototype est mis en œuvre afin de vérifier s'il répond bien aux besoins de l'utilisateur. L'objectif est d'adopter un regard critique pour identifier ses limites et l'améliorer. L'étape de test se termine souvent par le renouvellement des étapes précédentes afin de produire la solution la plus adaptée aux problèmes de l'utilisateur.

Cette méthodologie est souvent utilisée dans le *design* des solutions de mobilité. Dans le cadre d'un projet commun à Valeo et à deux établissements académiques (d.school à Stanford et Paris), Andres Bedoya et ses collègues[29] ont par exemple mené une étude sur la conception de véhicules automatisés adaptés aux seniors.

[28] Voir Design thinking process – French Future Academy.

[29] BEDOYA, A., MATHIEU, F., NUSSBAUMER, B., HILLEN, V., MARQUETTE, F., & REILHAC, P. (2021). « Chapitre 11. Utilisation du Design Thinking pour réinventer la conduite des seniors : vers un véhicule semi-autonome », dans PRÉVÔT-HUILLE, H. & PICARD, R., 2018, *L'avenir des Silver Tech. Conception, usage, évaluation*, Rennes, Presses de l'EHESP, pp. 203-224.

Design d'un service de transport en commun en territoire rural pour des personnes à mobilité réduite

Avant de s'intéresser au *design* d'un service de mobilité autonome, il convient de comprendre les contraintes dans lesquelles ce service opérera. Dit autrement, il est nécessaire de s'interroger en amont sur les implications en termes de *design* d'un service de transport en commun pour ses utilisateurs. Ce préalable vaut en particulier pour les personnes à mobilité réduite et pour celles situées en territoire rural ou périurbain.

Conception d'un service de transport en commun accessible

Face au vieillissement de la population, il est impératif que les systèmes de transport en commun s'adaptent aux besoins des seniors. C'est le cas notamment pour les personnes de plus de 75 ans qui ont besoin de solutions de mobilité mais pour lesquelles le transport public traditionnel à horaires fixes est une solution de dernier recours[30]. La conception de nouvelles formes de transport plus flexibles et de véhicules adaptés à cette population, comme des bus communautaires, sont des pistes d'action.

Face à ce désamour, la recherche en *design* est une solution pour améliorer l'accessibilité des personnes à mobilité réduite aux transports en commun. Janice J. Gumasing et Charm Dela Cruz[31] ont mené une étude en 2017 pour identifier les facteurs de confort pour les personnes âgées ou handicapées utilisant des bus publics aux Philippines entre Cavite et Manille. L'étude s'est focalisée sur le *design* des portes intérieures du bus pour faciliter les montées et les descentes, dans un souci d'accessibilité aux personnes ayant des fauteuils roulants, des béquilles ou des cannes.

Les chercheurs ont identifié les principaux facteurs de satisfaction dans la littérature et ont recueilli des données de mesures anthropométriques, sur la posture des utilisateurs et les dimensions des bus déjà en circulation aux Philippines. Des enquêtes et des entretiens ont aussi été menés soulignant l'insatisfaction des usagers vis-à-vis de la conception des bus, jugés inadaptés pour ce public. Forts de ces éléments, les chercheurs ont réalisé des analyses statistiques, ergonomiques, de design et de satisfaction. L'étude a finalement contribué à améliorer globalement le *design* des bus aux Philippines notamment en assurant des sièges mieux conçus et agencés pour les personnes à mobilité réduite.

Autre exemple, dans le cadre du projet AUNT-SUE[32], Russell Marshall et ses collègues[33] ont mené des recherches en 2009 sur la question du « *design for all* », soit sur des solutions de transport socialement inclusives. Ces recherches ont permis de constituer un outil de conception nommé HADRIAN[34]. Il accompagne les concepteurs et les ergonomes dans le *design* de transports inclusifs pour les personnes à mobilité réduite.

---

[30] ALSNIH, R., HENSHER, D. A., 2003, "The mobility and accessibility expectations of seniors in an aging population", Transportation research Part A: policy and practice, 37(10), pp. 903-916.

[31] GUMASING, M. J. J., DELA CRUZ, C. H. C., 2018, "Ergonomic design of public bus in the Philippines with provision for senior citizens and persons with disability", MATEC Web of Conferences, vol. 150, 05006.

[32] Accessibility and User Needs in Transport for Sustainable Urban Environments.

[33] MARSHALL, R., GYI, D. E., CASE, K., PORTER, J. M., SIMS, R. E., SUMMERSKILL, S. J., & DAVIS, P. (2009,). "A design ergonomics approach to accessibility and user needs in transport", in BUST, P. D. (ed), 2009, Contemporary Ergonomics 2009: Proceedings of the International Conference on Contemporary Ergonomics, pp. 51-60.

[34] HADRIAN est constitué d'une base de données détaillées relatives à la taille, à la forme, aux capacités, aux comportements, aux antécédents et aux expériences dans les transports de 102 personnes interrogées, majoritairement handicapées ou âgées.



Design de solutions de transport pour les seniors ruraux

Plusieurs recherches présentent les systèmes de transport intelligents comme des solutions pour améliorer la mobilité dans les territoires ruraux, notamment avec le concept de « *smart land* ». Simone Porru et ses collègues[35] ont montré que ces territoires étaient tout à fait éligibles à ces nouvelles technologies. Ils font toutefois face à des complexités singulières en la matière liées à la pérennité du modèle économique du transport, la flexibilité du service, son accessibilité et sa convivialité et la capacité de collecte des données. Par ailleurs, Gary Bosworth et ses collègues[36] ont réfléchi aux conditions nécessaires au développement de la « *Smart Countryside* » au Royaume-Uni. À partir d'enquêtes et d'entretiens, ils ont insisté sur la nécessité de reconnaître la valeur sociale de la mobilité et de l'intégrer dans l'élaboration des solutions numériques.

C'est dans cette lignée d'approche centrée sur les utilisateurs que des ateliers de *design* sont menés afin de développer des solutions qui répondent le plus possible aux besoins de mobilité des ruraux. En France, la plateforme Bip Pop[37], issue d'un projet de recherche-action entre l'Université de Technologie de Compiègne (laboratoire Costech) et l'Institut Godin, propose par exemple un réseau d'entraide en territoire rural, notamment pour faciliter les déplacements des personnes à mobilité réduite.

[35] PORRU, S., MISSO, F. E., PANI, F. E., & REPETTO, C., 2020, "Smart mobility and public transport: Opportunities and challenges in rural and urban areas". *Journal of traffic and transportation engineering*, 7(1), pp. 88-97.

[36] BOSWORTH, G., PRICE, L., COLLISON, M., & FOX, C., 2020, "Unequal futures of rural mobility: Challenges for a "Smart Countryside"", *Local Economy*, 35(6), pp. 586-608.

[37] Voir https://www.bippop.com/.

BIP BOP
POUR ASSISTER LA MOBILITÉ DES PERSONNES FRAGILES

Bip Pop est un dispositif de mise en relation des personnes qui ont besoin d'aide, notamment en matière de mobilité et d'accompagnement, avec des personnes qui ont envie d'aider sur un territoire. Fondé par Anne Guénand qui l'a présenté lors d'un atelier[38], il vise à assister les publics fragiles pour qu'ils puissent continuer à vivre chez eux en mobilisant un service territorial qui fonctionne sur le principe du bénévolat.

Selon Anne Guénand, la solidarité de proximité existe : les voisins sont généralement prêts à aider si besoin. Cependant, les personnes en situation de fragilité n'osent souvent pas demander pour ne pas utiliser le quota d'aide qu'elles estiment avoir. Concernant les aidants, les associations sont actives, mais elles peinent à recruter de nouveaux bénévoles.

Dans le cadre de Bip Pop, la collectivité locale joue le rôle de tiers de confiance car elle fait le relais entre les bénévoles et les bénéficiaires, ce qui permet de coordonner les actions des bénévoles en toute sécurité. Le dispositif fonctionne en trois étapes :

- d'abord, la personne en difficulté appelle le guichet unique de sa région ;
- ensuite, la personne qui répond au téléphone communique la demande à l'ensemble des bénévoles sur le territoire *via* l'outil de gestion ;
- enfin, les citoyens qui le souhaitent peuvent répondre à la demande.

Sur les trois dernières années, grâce à Bip Pop, 49 % des demandes des bénéficiaires ont trouvé une réponse à leur demande en moins d'une heure. Ce chiffre montre qu'en milieu rural, il existe un fort engagement bénévole qui peut être une solution convenable et flexible pour le service aux personnes empêchées. Par ailleurs, 46 % des actions étaient liées en 2019 à la mobilité des personnes en milieu rural et cette proportion a atteint 61 % en 2021.

Anne Guénand a souligné dans sa présentation de Bip Pop auprès de la Communauté d'intérêt qu'un service de navette autonome pourrait s'inscrire dans cette démarche. L'opérateur de la navette pourrait jouer le rôle de référent pour répondre aux besoins de la personne qui souhaite se déplacer. Il pourrait également se charger de l'accueil des usagers, un élément clé pour augmenter les chances de succès d'une innovation technologique.

[38] Atelier 16, 19/05/2022.

De même, Vera Spitzer et Mariat A. Wimmer[39] ont conçu en 2021 une plateforme digitale de mobilité pour les seniors ruraux en Allemagne. Cette recherche a été menée en collaboration avec un district administratif et six municipalités allemandes. Dans une optique de co-création, 57 seniors ont participé à la conception et aux tests de cette application mobile. Les besoins des utilisateurs ont été recueillis en amont grâce à des entretiens. Cinq ateliers ont aussi été menés avec les seniors pour élaborer des scénarios d'utilisation des premières maquettes d'application virtuelle de mobilité, testées ensuite *via* un pilote de service. Plusieurs thématiques ont été abordées durant les ateliers de co-création de l'application mobile :

Caractéristiques de l'application	Recommandations issues des ateliers
Caractéristiques générales	Taille de police suffisamment grande et adaptée aux vieux modèles de smartphones ; possibilité pour les opérateurs de mobilité d'évaluer les utilisateurs ; communication entre les opérateurs de mobilité et les utilisateurs ; démarrage automatique sur la fonction « recherche de trajet » ; prise en compte des réductions induites par les abonnements ; information sur les retards ; accessibilité au portail administratif du district et sur WhatsApp ; indication des besoins d'accessibilité des utilisateurs.
Options de paiement	Élargir les options de paiement au-delà de la carte de crédit ; ne pas mettre de mode de paiement obligatoire ; faciliter le paiement en espèces ; ne pas enregistrer le code de validation de la carte bancaire.
Recherche des opérateurs de mobilité	Fonction de défilement dans la recherche d'emplacements possibles pour éviter la saisie manuelle d'informations ; adresse GPS précise ; enregistrement des destinations favorites et du domicile ; affichage des places disponibles ; inscription du nombre de personnes concernées par le trajet ; restriction de l'affichage des résultats à ceux qui assurent le nombre de places souhaité ; prise en compte de l'ensemble des escales demandées.
Réservation	Aperçu des données personnelles transmises au chauffeur ; accès à la photo et à l'âge du chauffeur bénévole et au type de véhicule ; possibilité de réserver le voyage en avance ; saisie de la réservation dans l'application *calendar*.
Notation du service	Notation textuelle limitée et simple ; choix du chauffeur bénévole de collecter des points ou non.

[39] SPITZER, V., WIMMER, M. A., 2021, "Conception of a digital mobility platform for citizens in rural areas", in 14th *International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, pp. 414-421.

LES ENSEIGNEMENTS DU PROGRAMME EUROPÉEN SHOW

Henriette Cornet, qui coordonne les activités liées à la mobilité autonome au sein de l'Union Internationale des Transports Publics (UITP), a expliqué lors de l'atelier sur le design que le projet SHOW (*SHared automation Operating models for Worldwide adoption*) a pour but de déployer des petites flottes de navettes autonomes locales dans plusieurs pays européens[40]. Les expérimentations traitent différents éléments liés à la conception d'un véhicule autonome. Par exemple, l'expérimentation menée en Finlande à Tampere a permis de tester les véhicules dans des conditions climatiques extrêmes. En Suède, l'expérimentation de navettes autonomes à Linköping est notamment orientée vers les personnes à mobilité réduite.

Henriette Cornet a présenté aux membres de la Communauté d'intérêt les principaux retours d'expérience tirés jusqu'ici du projet SHOW. En Suède, un point d'amélioration signalé par les premiers usagers concerne le système de ralentissement de la navette autonome. D'un côté, les freinages brutaux sont perçus comme rassurants sur la capacité d'action de la navette face aux obstacles rencontrés sur son parcours (piétons, cyclistes, voitures garées en double file, etc.). D'un autre côté, il est nécessaire de développer des systèmes de freinage plus souples car ils sont encore trop violents et parfois vécus par les passagers comme dangereux.

Un deuxième élément d'évolution concerne le rôle du *safety driver*. La personne à bord a en effet été extrêmement sollicitée par les usagers curieux de connaître tous les détails sur le fonctionnement du véhicule. Finalement, les usagers de la navette expérimentée à Linköping ont indiqué qu'elle n'était pas sûre pour les personnes en fauteuil roulant étant donné les difficultés rencontrées lors de leur montée à bord et leur installation à l'intérieur de la navette.

À Tampere, en Finlande, une première phase de tests a été conduite avec 11 personnes, un groupe non représentatif de la population cible mais qui a donné des retours très utiles. Sur ce petit échantillon, trois personnes n'avaient pas compris que le mini van conduisait de manière autonome, sept ont trouvé que la montée ou la descente du véhicule a été compliquée, et cinq ont trouvé les freinages brusques. En général, ils avaient besoin de plus d'informations sur la technologie et le comportement du véhicule. L'expérimentation a été faite en lien avec un groupe de travail de conseil sur le handicap.

Henriette Cornet a signalé que toutes les démonstrations doivent être ancrées dans les écosystèmes locaux. Les prochaines étapes des expérimentations du projet SHOW visent à mesurer l'acceptation des véhicules autonomes pendant et après les essais, à partir de différents questionnaires, de workshops et *focus groups* pour discuter avec les utilisateurs et finalement de mesurer l'impact social du projet.

[40] Atelier 16, 19/05/2022.



Design d'un service de mobilité autonome comme un objet social

Beaucoup d'études alertent sur la nécessité de ne pas concevoir l'expérience de mobilité autonome comme une simple expérience technologique mais comme une expérience sociale. Ainsi, le *design* centré sur l'expérience utilisateur permet d'identifier l'ensemble des problèmes sociaux à résoudre. Dans ce contexte, il apparaît que le design d'un service de mobilité doit également se faire à l'aune de son contexte territorial pour être réellement efficace.

Design de l'expérience utilisateur d'un véhicule autonome

La conception d'un véhicule autonome est un processus complexe, notamment à cause du décalage entre les attentes des usagers et le faible niveau de maturité de la technologie. Il est donc primordial d'adopter une démarche de *design* centrée sur l'utilisateur afin de concevoir progressivement une solution de mobilité autonome qui sera acceptée et adoptée.

Lors de l'atelier de la Communauté sur l'expérience passager, Ouail Al Maghraoui, consultant en stratégie d'innovation et implémentation de nouvelles solutions de mobilité chez Kisio, a expliqué que la navette autonome est une solution technologique encore peu mature qui relève du prototypage. Cette technologie présente encore certaines limites comme son aptitude à reconnaître les objets et à assurer des capacités opérationnelles. Elle repose aussi souvent sur des solutions héritées et inadaptées : par exemple, un *design* issu du bus n'est pas forcément adapté aux freinages d'une navette autonome.

Ainsi, expérimenter une navette autonome revient à expérimenter une technologie temporaire qui ne sera pas celle qui créera la valeur finale escomptée. Pour éviter ces biais expérimentaux, il est primordial de pouvoir distinguer l'expérimentation de la navette, dans un certain contexte, avec l'effet de la conduite automatisée. Par exemple, pour expérimenter du transport autonome à la demande en contexte rural, il serait plus pertinent de partir d'une ligne de transport public déjà opérationnelle et de remplacer le chauffeur par un logiciel de conduite automatisée pour distinguer la variable sur l'autonomie du service de base.

Ouail Al Maghraoui a également précisé que la navette autonome est plus qu'un produit, une expérience utilisateur ou une expérience de service. Il est donc primordial de ne pas restreindre sa conception à une seule de ces dimensions. Si le design n'est centré que sur le produit, le périmètre de conception est restreint à la navette (*hardware* et *software*) et néglige plusieurs éléments :

- **le ressenti de l'utilisateur**, par exemple les sentiments d'insécurité qu'il peut éprouver ;
- **les besoins et les usages des exploitants** dus à l'absence d'outils de supervision centrés sur les besoins des utilisateurs ;
- **la création de valeur et l'utilité** pour les habitants des zones rurales, notamment en termes de vitesse.

> ***Il convient de distinguer la navette de la conduite autonome dans la mesure de l'expérience. La navette est une innovation à part entière en termes d'ergonomie et d'acceptabilité. Il serait donc pertinent d'évaluer l'acceptabilité de la conduite autonome plutôt que la seule acceptabilité des navettes. Cela suppose de pouvoir isoler la technologie de conduite autonome dans la mesure de l'acceptation d'un service, par exemple en analysant l'expérience au sein d'un minibus normal qui aurait été automatisé.***
>
> *Frédéric Charon, Group Open Innovation Director Forvia*
> *Atelier 14, 24 mars 2022*

Si le *design* de la navette est centré sur l'expérience utilisateur, la conception est retreinte à l'interaction entre le voyageur et les points de contact en négligeant la morphologie des territoires et leurs contraintes de fonctionnement. Elle néglige également les besoins historiques de déplacements des territoires et donc les interactions entre l'offre et la demande. À l'inverse, si le *design* est centré uniquement sur le service, la conception n'intègre pas l'écosystème local de la mobilité et fait abstraction des enjeux socio-économiques sur l'évaluation des externalités positives ou négatives pour le territoire.

Henriette Cornet et ses collègues[41] de la plateforme de recherche multidisciplinaire TUMCREATE à Singapour ont par ailleurs démontré l'intérêt de se focaliser sur l'expérience utilisateur et d'élargir les méthodes de *design* au-delà des approches conventionnelles pour concevoir un service de mobilité autonome. Leur étude s'inscrivait dans un programme visant à développer un nouveau système de transport public autonome pour les habitants de Singapour nommé « *Dynamic Autonomous Road Transit* ». Les concepteurs devaient imaginer le *design* des navettes autonomes ainsi que des infrastructures associées dans un souci d'acceptabilité et d'utilisabilité pour les opérateurs de mobilité.

Cette recherche s'est fondée sur le processus de *design* industriel en utilisant des outils alternatifs, tels que la réalité virtuelle, pour assurer les phases de tests du prototype et élaborer des scénarios. La conception des navettes autonomes s'est articulée autour de 5 objectifs :

1. **Améliorer le confort et l'expérience de mobilité :** l'utilisation de méthodes de *design* universel et conventionnel a permis de réaménager l'intérieur de la navette en vue d'une meilleure acceptabilité, notamment *via* la conception des sièges (sièges larges et ajustables, sièges enfants intégrés) ;

2. **Assurer la fluidité du trafic et la sécurité des passagers :** une attention particulière a été apportée aux interfaces homme-machine placées sur la navette autonome afin d'interagir avec les piétons traversant la route. Des tests d'utilisabilité ont été menés et des solutions conçues pour assurer à la fois le confort des passagers ainsi que leur sécurité et celle des piétons ;

3. **Faciliter la montée et la descente de la navette :** cet objectif visait à assurer l'accessibilité du service et s'est aussi traduit par une réflexion sur l'aménagement interne de la navette. Des simulations de foule (*crowd simulations*) ont été menées pour réfléchir au ratio de places assises et à la délimitation de zones de mouvement dans la navette en fonction du profil des usagers, du nombre de personnes à bord et de celles montant et descendant du véhicule ;

4. **Interroger l'impact de l'absence de chauffeur :** des ateliers de *design* participatifs ont été menés, avec un chauffeur virtuel ou robotique, au sein de petits groupes. Il en est ressorti le besoin d'améliorer l'accès à l'information générale sur le service et de proposer une assistance au voyageur ;

5. **Gérer les créneaux à forte influence :** le *workshop* d'idéation a permis de voir comment la navette autonome pouvait assurer son service lors des heures de pointe, durant lesquelles il y a beaucoup de circulation et de piétons sur la route.

[41] CORNET, H., STADLER, S., KONG, P., MARINKOVIC, G., FRENKLER, F., & SATHIKH, P. M, 2019, "User-centred design of autonomous mobility for public transportation in Singapore", Transportation Research Procedia, 41, pp. 191-203.



Penser le *design* en fonction du contexte territorial

L'acceptabilité sociale[42] du véhicule autonome dépend aussi très fortement de la façon dont celui-ci s'intègre dans son environnement. Plusieurs études soulignent l'importance d'adapter le *design* de la communication au pays dans lequel circule un véhicule autonome. Vanessa Sauer et ses collègues[43] ont par exemple mené une enquête interculturelle en 2020 pour comparer les exigences de design intérieur des voitures autonomes de niveau 4 en Chine, en Allemagne et aux États-Unis. Il est apparu que les caractéristiques spatiales (taille des sièges et du véhicule) et techniques du véhicule sont des facteurs majeurs et communs de satisfaction mais que plusieurs spécificités nationales ressortent.

En Chine, la conception du véhicule autonome est très axée sur la maîtrise de l'intérieur dans une vision hédonique, en termes d'ambiance, de confort et de véhicule haut de gamme. A contrario, en Allemagne, la conception est beaucoup plus minimaliste, ergonomique et centrée sur la convivialité avec les autres usagers du véhicule. L'approche y est plus pragmatique avec une attention portée sur le temps de trajet et la capacité de réaliser d'autres activités pendant le voyage. Enfin, les États-Unis se trouvent entre ces deux visions, combinant un pragmatisme sur la conception du véhicule et des interfaces avec un certain hédonisme marqué par le désir de l'usager de se recentrer sur soi et de se couper du monde extérieur.

Au final, le *design* est une activité esthétique et industrielle qui consiste à concevoir des solutions tangibles à des problèmes d'usage identifiés. Après avoir été longtemps considéré comme une science universelle, le *design* est perçu aujourd'hui comme une discipline scientifique proposant une diversité de méthodologies complémentaires, issues de champs de recherche variés. Elle permet de concevoir des services de mobilité adaptés à leurs utilisateurs et aux territoires au sein desquels ils se déploient.

Les seniors en territoire rural ont par exemple des besoins de mobilité spécifiques, qui doivent être pris en compte dans le processus de *design* de l'expérience de mobilité indépendamment du système de conduite automatisé. Le véhicule autonome doit donc être *designé* comme un objet social grâce à une approche basée sur l'expérience utilisateur. Dans cette perspective, le *design* de la communication du véhicule autonome avec son environnement est crucial pour l'acceptabilité et l'acceptation de cette nouvelle solution de mobilité. Les interfaces homme-machine (IHM) jouent un rôle clé en la matière.

[42] L'acceptabilité sociale repose sur une évaluation collective de la technologie fondée sur un système de valeurs et de croyances partagées (voir la partie 1).

[43] SAUER, V., MERTENS, A., GROß, S., HEITLAND, J., & NITSCH, V., 2020, "Designing automated Vehicle interiors for Different Cultures: evidence from China, Germany, and the United States", *Ergonomics in Design*, pp. 1-7.


Auvergne-
Rhône-Alpes
La Région
Jardins familiaux
Expérimentation
Navette
autonome
La Région
Auvergne-Rhône-Alpes
beti
nauya
W -202-HQ
38
©Fanny Vandecandelaere

LES INTERFACES HOMME-MACHINE (IHM)

L'automatisation de la conduite nécessite de fournir aux utilisateurs des informations précises sur le fonctionnement du véhicule. C'est justement le rôle des interfaces homme-machine (IHM) de permettre cette communication. L'analyse des interactions entre les humains et des véhicules de plus en plus automatisés s'affirme comme un nouveau champ de recherche sur les IHM.

Les travaux montrent que les interfaces homme-machine jouent un rôle central pour améliorer la sécurité perçue, la confiance, l'acceptabilité et l'acceptation des véhicules autonomes. Ils mettent aussi en lumière l'importance d'améliorer le *design* des IHM selon le contexte culturel de déploiement des véhicules autonomes et les caractéristiques individuelles de leurs passagers mais aussi des autres usagers de la route.

Les véhicules autonomes, un nouveau champ de recherche sur les IHM

Le secteur automobile s'est d'abord intéressé aux interfaces homme-machine pour assurer la sécurité des conducteurs de véhicules faiblement et moyennement automatisés (niveaux 2 et 3 de la grille de la Société des Ingénieurs de l'Automobile (SAE)). Le développement de véhicules autonomes (niveaux 4 et 5) nécessite toutefois différents types d'IHM internes et externes pour assurer la communication entre le véhicule et ses occupants, mais aussi avec les autres usagers de la voirie.

Le rôle des IHM pour les conducteurs de véhicules automatisés

Une IHM sert à faciliter les interactions entre une technologie et son utilisateur. L'interface, qui prend souvent la forme d'un écran de contrôle, permet la communication entre la personne et le système de la machine. Les IHM ne sont pas propres aux véhicules autonomes et peuvent concerner tout type de machine ou d'appareil industriel[44].

Avec l'automatisation des véhicules routiers, l'attention des constructeurs auto s'est d'abord concentrée sur les interfaces entre le conducteur et le véhicule équipé de plusieurs fonctions d'assistance à la conduite (niveau 2), puis avec des véhicules automatisés de niveau 3. La particularité de ces derniers est de permettre au conducteur d'exercer des activités secondaires lorsque le système du véhicule prend en charge la conduite, tout en continuant à surveiller l'environnement.

L'objectif des IHM est de renforcer la sécurité en soutenant le conducteur dans la supervision constante du système (niveau 2) et en lui indiquant quand reprendre le contrôle du véhicule lorsque le système de conduite automatisé n'est plus actif ou défaillant (niveau 3). L'enjeu est alors de lui fournir au bon moment et par le moyen le plus approprié, tel qu'un avertisseur visuel, sonore ou tactile, le juste niveau d'informations sur les opérations réalisées par le véhicule et ce qu'il se passe à l'extérieur de celui-ci[45].

Le rôle des IHM est donc particulièrement important au niveau 3 d'automatisation pour assurer le partage de l'activité de conduite et de la responsabilité en cas d'accident, entre l'homme et la machine. La compréhension mutuelle de leurs intentions et actions est en effet une condition centrale pour permettre une transition de la conduite de l'un à l'autre de manière sécurisée et confortable.

[44] Voir https://www.lebigdata.fr/interface-homme-machine-tout-savoir-sur-les-ihm, consulté le 01/04/2022.

[45] DEBERNARD, S., CHAUVIN, C., POKAM, R., & LANGLOIS, S., 2016, "Designing Human-Machine Interface for Autonomous Vehicles", IFAC PapersOnLine 49-19, Pp. 609-614.

L'IHM doit ainsi permettre de faire comprendre au conducteur ce que le véhicule attend de lui et inversement. Elle renvoie dans ce cas à toute la gamme des éléments de communication tant explicites qu'implicites[46] entre eux.

Lors de l'atelier sur le sujet, Stéphanie Coeugnet de l'Institut Védécom est revenue sur la définition du concept d'IHM[47]. Elle a souligné les imprécisions entourant l'interface, c'est-à-dire l'ensemble des dispositifs matériels et logiciels permettant à un utilisateur humain d'interagir avec un système (numérique) interactif.

L'interface ne doit pas être confondue avec l'interaction qui est une discipline et désigne l'ensemble des actions permettant la communication entre un système et son utilisateur. Autrement dit, l'interface permet l'interaction entre l'homme et la machine. La première IHM utilisée par tous constitue le bouton au sens large.

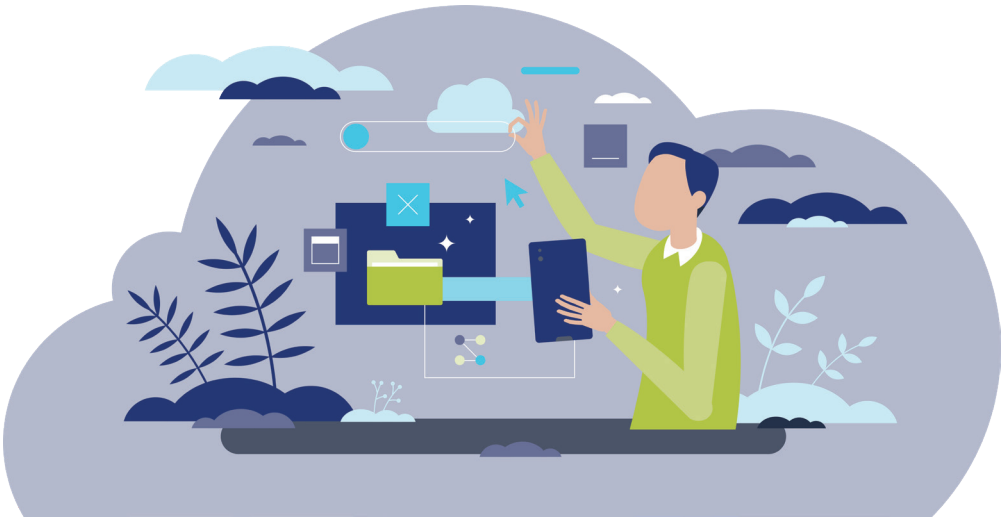
Plusieurs types d'IHM peuvent être distingués :

- les interfaces d'acquisition quand l'humain agit de lui-même avec la machine (bouton, clavier, joystick *etc.*) ;
- les interfaces de restitution quand la machine donne de l'information (écran, témoins lumineux, son) ;
- les interfaces combinées ou hybrides quand il est possible d'agir et de recevoir de l'information (écran tactile, bras à retour d'effort *etc.*).

L'IHM s'est développée grâce à l'évolution de l'interactivité et de la technologie *via* l'informatique, les interfaces graphiques, le son, l'image, la vidéo, le web, la mobilité, l'haptique, la détection de la gestuelle, la réalité virtuelle et augmentée. Ces développements technologiques ont permis de passer en 60 ans de la machine de Turing, c'est-à-dire une machine unique et lente gérée par des experts, aux interfaces modernes qui sont rapides, multiples et utilisées par le grand public.

Une IHM répond à plusieurs principes :

- technologiques inhérents aux codes de la technologie utilisée ;
- inclusifs en termes d'accessibilité, d'universalité, de prise en compte des normes pour les personnes à mobilité réduite (PMR) ;
- réglementaires et normatifs concernant les tailles, les couleurs etc. ;
- ergonomiques pour qu'elle soit intuitive, utile, acceptable, utilisable, hédonique et attrayante ;
- humains car elle peut dépendre des caractéristiques des individus, de principes socio-culturels, de la manière dont l'humain va percevoir et lire l'information et du contexte d'évolution.



[46] CARSTEN, O., MARTENS, H. M., 2019, "How can humans understand their automated cars? HMI principles, problems and solutions", *Cognition, Technology & Work*, 21, p. 3.

[47] Atelier 15, 21/04/2022.



©Fanny Vandecandelaere

Différentes IHM pour la communication avec les véhicules autonomes

Le passage aux niveaux 4 et 5 d'automatisation, dans lesquels c'est le système du véhicule qui prend seul en charge la conduite dans certaines ou toutes les situations, transforme fondamentalement le but des IHM. D'une part, celles placées au sein du véhicule ne servent plus à communiquer avec le conducteur mais avec les passagers. De nouvelles questions se posent alors quant à l'objectif de ces interfaces, le type d'informations qu'elles doivent partager (le fonctionnement du système de conduite, le trajet, des contenus de divertissement[48]…), dans quelle quantité, à quel moment etc.

D'autre part, l'absence de conducteur humain nécessite de mettre en place des IHM pour la communication avec les autres utilisateurs de la voirie, en particulier les publics vulnérables comme les piétons, les cyclistes, les deux-roues motorisés etc. Le rôle de ces interfaces externes placées sur le véhicule est en effet de remplacer les signes verbaux et non verbaux (mouvements de tête, gestes de la main, contacts visuels etc.) utilisés habituellement pour réguler les interactions entre les conducteurs et les usagers de la route. Ces indices servent par exemple à un piéton pour communiquer au chauffeur d'un véhicule conventionnel son intention de traverser.

[48] HARTWICH, F., HOLLANDER, C., JOHANNMEYER D., & KREMS, J. F., 2021, "Improving Passenger Experience and Trust in Automated Vehicles Through User-Adaptive HMIs: "The More the Better" Does Not Apply to Everyone", *Frontiers in Human Dynamics*, 3, pp. 3-4.

DES YEUX POUR LES VÉHICULES AUTONOMES ?

L'université de Tokyo a publié les résultats d'une expérimentation visant à doter les véhicules autonomes "d'yeux" pour favoriser les interactions homme-machine[49]. L'hypothèse de l'expérimentation consistait à améliorer la sécurité de la circulation de navettes autonomes dans les zones piétonnes en les dotant d'une signalétique d'inspiration humaine. Les résultats ont montré une augmentation de la sécurité des piétons, notamment dans les situations délicates.

CRÉER DE L'EMPATHIE POUR UN ROBOT DE LIVRAISON

Lors d'un atelier de la Communauté d'intérêt[50], Vincent Talon, cofondateur de TwinswHeel a souligné la problématique d'acceptabilité rencontrée avec les robots de livraison dans le cadre des expérimentations, notamment de celle baptisée Carreta conduite dans le cadre du programme Sécurité et Acceptabilité de la Mobilité autonome (SAM). En effet, une partie de la population a une vision négative en termes de sécurité et de perte d'emplois. Dans les faits, La Poste et les entreprises de livraison ont d'énormes difficultés pour recruter des livreurs. Afin de contrer les peurs et de se différencier de ses concurrents étrangers, TwinswHeel a fait le choix de donner à ses robots des formes d'anciens véhicules de logistique (Citroën TUB, Renault estafette, VW combi etc.) pour créer de l'empathie.

Mais l'idée est d'aller encore plus loin en transmettant des émotions et des indications aux autres usagers de l'espace public grâce aux yeux qui s'animent en fonction du comportement du robot. Cela permet de faire comprendre ce qu'il fait, tout comme avec les phares et LED, ainsi que les haut-parleurs qui servent au robot à communiquer et les AVAS4 pour signaler sa présence. Sur ce dernier point, les tests ont montré que les gens adoraient la musique rock plutôt que les avertisseurs sonores de base.

[49] CHANG, Chia-Ming, TODA, Koki, GUI, Xinyue, SEO, Stela H. Seo, & IGARASHI, Takeo, September 2022, "Can Eyes on a Car Reduce Traffic Accidents?", in 14th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI '22), Seoul, South Korea, ACM, doi:10.1371/journal.pbio.3001780.

[50] Atelier 18, 13/10/2022.

Le développement de l'automatisation de la conduite est ainsi à l'origine d'un nouveau champ de recherche multidisciplinaire qui se concentre sur l'analyse des interactions entre :

- un véhicule autonome et ses passagers ;
- un véhicule autonome et les piétons et cyclistes ;
- un véhicule autonome et les véhicules conventionnels[51].

Le premier sous-champ touche aux IHM à l'intérieur des véhicules et interroge ce qui se passe en termes de communication lorsque le conducteur devient le passager d'un système de conduite automatisé. Les deux autres sous-champs de recherche mettent l'accent sur les IHM externes utilisées pour la communication avec les autres usagers de la route, notamment dans des conditions de trafic mixte avec la circulation des véhicules avec et sans chauffeur.

Stéphanie Coeugnet a présenté lors de l'atelier l'exemple de la navette et d'un parcours voyageur type pour détailler les différentes IHM rencontrées[52]. Avant le voyage, l'utilisateur est déjà confronté à plusieurs types d'interfaces. La première est une IHM d'information comme son *smartphone*, son ordinateur ou à un arrêt pour indiquer où se trouve la navette. Une autre interface de réservation signale à la navette la position du voyageur et où venir le chercher, comme un bouton d'appel à un arrêt.

Une IHM d'urgence sert aussi à informer un opérateur à distance s'il y a un problème avec la navette qui vient d'arriver. Ces différentes IHM permettent ainsi de faciliter la planification du voyage et la sécurité pour l'usager, voire pour l'opérateur du service, d'optimiser la gestion de sa flotte de véhicules.

Lors de la montée à bord, la première interface rencontrée est le bouton d'ouverture des portes, sauf ouverture automatique de celles-ci. Il peut aussi y avoir des interfaces de déclenchement de dispositifs d'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite, ainsi que des interfaces de sécurité et d'identification des usagers. C'est le cas notamment pour des services privés ou du transport à la demande pour reconnaître l'usager concerné et s'assurer de sa montée dans la navette.

À bord, on trouve des IHM comme les boutons. On peut aussi imaginer des interfaces interactives pour l'information voyageur sur la ligne ou le trajet, mais aussi l'information de la navette pour la planification du voyage, par exemple en lui indiquant le lieu d'arrêt souhaité. Une interface doit aussi permettre de contacter un humain en cas de problème à tout moment, ce qui est un aspect central issu des études menées en France et en Europe sur l'analyse de besoins des utilisateurs. Enfin, il peut également y avoir des interfaces de services personnalisés, notamment dans le cas du transport à la demande.

Pendant le trajet, surviennent d'autres interactions car la navette appartient à une flotte et communique avec d'autres véhicules aux alentours. Cela nécessite d'avoir des IHM de supervision de flottes, ce qui n'est pas simple étant donné tous les éléments à prendre en compte. Leur développement s'inspire de ce qui existe déjà sur d'autres types de transport, par exemple la supervision de trams ou les tours de contrôle dans l'aérien.

Ces IHM de supervision servent à sécuriser le fonctionnement, anticiper les incidents, garantir la fiabilité et la régularité du réseau. Autrement dit, le système de supervision a trois compétences fondamentales qui font intervenir des IHM très spécifiques pour anticiper avec les écrans qui remontent les informations, contrôler que tout se passe bien en avertissant d'une situation anormale et piloter à distance la navette si besoin.

Pendant le trajet, la navette fait également partie d'un système routier. Elle interagit donc avec les autres usagers que sont les voitures, les piétons, les cyclistes etc. Plusieurs études montrent l'intérêt de suppléer la communication non verbale du conducteur et de signaler l'autonomie

[51] ROBERT, L. P., 2021, "Contextualizing Human-Automated Vehicle Interactions: A Socio-Ecological Framework", *Robotics*, 10, 92, pp. 2-4.

[52] Atelier 15, 21/04/2022.

du véhicule. Ce dernier point est important car le véhicule autonome a un comportement perçu comme atypique par les autres usagers de la route, avec par exemple des freinages d'urgence. En cas d'incertitude chez le piéton, une étude a souligné que la communication non verbale est l'élément majeur qui va l'aider à prendre la décision de traverser la route.

La conception d'IHM externes doit ainsi faire en sorte qu'elles soient :

- intuitives et universelles, c'est-à-dire que tout le monde puisse les comprendre quel que soit son âge, sa culture, son handicap ;
- utiles car plusieurs études ont montré des ambiguïtés sur ce point. En effet, dans une situation facilement compréhensible et sans danger, les personnes interrogées disent comprendre le comportement du véhicule autonome s'il décélère par exemple, mais les interfaces renforcent tout de même la confiance et l'acceptabilité de celui-ci ;
- communes pour éviter que chaque constructeur conçoive ses propres interfaces avec des signaux diversifiés. Stéphanie Coeugnet a souligné à ce propos l'important travail de réglementation et de normalisation à réaliser sur cet aspect.

À l'arrivée du trajet en navette autonome, on retrouve des IHM assez classiques pour signaler son souhait d'arrêt et déclencher un dispositif d'accessibilité. On peut éventuellement avoir des interfaces de verrouillage et de fermeture pour les services privés ou à la demande, puis de réservation du retour et pour signaler un irritant ou un problème dans une navette à un intermédiaire qui va pouvoir agir sur celle-ci.

Dans la conception des IHM pour les véhicules autonomes, il est finalement important de partir de l'existant, à savoir toute la connaissance et les éléments issus du transport de personnes non autonomes car c'est une réassurance pour le voyageur de trouver des éléments connus. Il convient donc de miser sur l'intuitif pour ne pas rajouter des acceptabilités technologiques en plus de l'acceptabilité du véhicule autonome.





Des IHM qui favorisent la sécurité, la confiance, l'acceptabilité et l'acceptation des VA

Les études sur les interfaces homme-machine des véhicules autonomes reposent sur des méthodes et des objets d'enquête différents qui rendent leurs résultats peu comparables. Néanmoins, la majorité des travaux soulignent l'importance des IHM internes et externes pour améliorer l'expérience subjective des véhicules autonomes et donc leur acceptabilité et leur acceptation.

Des enquêtes aux méthodes et aux résultats peu comparables

L'analyse des interactions humains-véhicules autonomes est un champ de recherche en plein essor avec de très nombreux travaux réalisés sur les interfaces de communication placées aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du véhicule. Toutefois, les méthodes varient beaucoup selon les études. Elles s'appuient en général sur des vidéos, des questionnaires, des entretiens, des observations ainsi que des expérimentations en condition réelle pour analyser la pertinence des différents types d'IHM et les préférences des usagers en la matière.

Il est aussi fait souvent recours à la méthode du magicien d'Oz pour simuler l'automatisation du système de conduite ou l'interface pour communiquer avec ce dernier. Pour l'analyse des IHM externes, cette méthode consiste par exemple à cacher le chauffeur pour faire croire aux usagers de la route que le véhicule est totalement autonome et ainsi analyser leurs réactions. Cette méthode a pour avantage de permettre d'étudier les interactions humains-véhicules autonomes indépendamment du niveau de développement de la technologie. Toutefois, l'utilisation de prototypes d'IHM peut aussi fausser l'expérience vécue par les participants et donc limiter la pertinence des résultats[53].

De même, les chercheurs utilisent beaucoup la réalité virtuelle pour étudier les réactions aux IHM. Des chercheurs de l'Université

[53] OLIVEIRA, L., BURNS, C., LUTON, J., IYER, S., & BIRRELL, S., 2020, "The influence of system transparency on trust: Evaluating interfaces in a highly automated vehicle", *Transportation Research Part F*, 72, p. 293.



Gustave Eiffel ont par exemple développé une plateforme de simulation pour modéliser, d'une part, l'activité perceptive et cognitive du conducteur et, d'autre part, le véhicule, ses capteurs et son environnement[54]. Ces modélisations et simulations numériques permettent de tester le comportement et le ressenti de conducteurs, de passagers et d'autres usagers de la route (piétons, cyclistes etc.) face à des véhicules autonomes (niveaux 4 et 5), dans des situations critiques et un environnement complexe de manière sécurisée et contrôlée.

Cependant, les résultats des études sur les IHM sont peu comparables et ne permettent pas de juger du type d'interface qui fonctionne le mieux. Outre la diversité des méthodes d'enquête, les études analysent en effet des interfaces hommes-machine dans des contextes et pour des cas d'usage très différents. C'est par exemple le cas pour les réactions aux IHM externes. Les chercheurs testent souvent des interfaces utilisant des moyens techniques variés (affichages, projections au sol, bandes de LED etc.) et des éléments de communication différents (texte, pictogrammes, symboles anthropomorphiques comme des yeux ou des mains, voix etc.)[55].

En outre, le critère de référence pour juger de la performance de l'interface varie aussi. Pour les IHM externes, il peut s'agir du fait pour un piéton de traverser la rue ou non devant un véhicule autonome ou sa perception de la sécurité de la situation. Pour les IHM internes, l'analyse peut porter sur la confiance du passager dans le véhicule ou l'expérience subjective du trajet en termes de confort et de plaisir. Enfin, l'enjeu n'est pas seulement d'évaluer l'interface en tant que telle mais aussi le contenu du message, à savoir le type d'informations à communiquer (statut ou intention du véhicule, vitesse, trajectoire, obstacles etc.)[56].

[54] ORFILA, O., CESTAC, J., DOMMES, A., GRUYER, D., & DELHOMME, P., 2021, « Le véhicule automatisé et les usagers : une question de perception et de confiance », revue TEC, n°251, p. 53.

[55] MÉTAYER, N., COEUGNET, S., 2021, "Improving the experience in the pedestrian's interaction with an autonomous vehicle. An ergonomic comparison of external HMI", *Applied Ergonomics*, 96, pp. 2-3.

[56] FEIERLE, A., DANNER, S., STEININGER, S., & BENGLER, K., 2020, "Information Needs and Visual Attention during Urban, Highly Automated Driving—An Investigation of Potential Influencing Factors", *Information*, 11, p. 62.

L'importance des IHM pour améliorer l'expérience des véhicules autonomes

Malgré ces limites, la majorité des études montre l'importance du rôle des interfaces homme-machine pour améliorer la perception de la sécurité et la confiance dans les véhicules autonomes par leurs utilisateurs et les autres usagers de la route.

Pour ce qui est des IHM internes, elles permettent de rendre en partie transparent le fonctionnement du système automatisé de conduite. Le fait de comprendre le comportement de ce dernier est un moyen important pour les passagers d'un véhicule autonome de se sentir davantage maître de la situation et donc plus en confiance. C'est notamment ce qu'a montré une étude menée au Royaume-Uni auprès de 25 participants sans expérience préalable ayant testé un véhicule de niveau 4 équipé de plusieurs modèles d'interfaces homme-machine[57].

L'importance des IHM internes pour améliorer l'expérience utilisateur des véhicules autonomes est aussi significative pour les anciens conducteurs devenant passagers de cette nouvelle solution de mobilité. Franziska Hartwick et ses collègues ont évalué les effets de plusieurs interfaces sur la sécurité perçue, la confiance et l'expérience de 50 primo-utilisateurs ayant des niveaux de confiance variables sur l'automatisation de la conduite avant le test. L'étude montre que les participants ont trouvé leur expérience passager plus sécurisée, plus compréhensible, plus confortable et plus agréable avec une interface au sein du véhicule que sans interface[58].

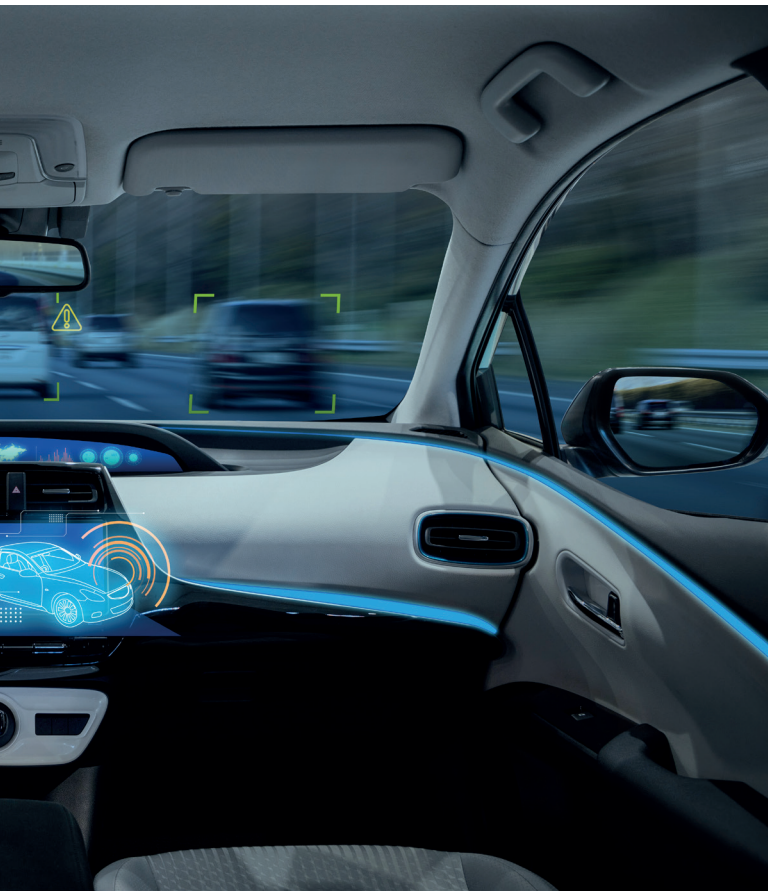
Concernant les IHM externes, les travaux se sont beaucoup concentrés sur la communication entre les véhicules sans chauffeur et les piétons souhaitant traverser la voie. Stéphanie Coeugnet et Natacha Métayer de l'Institut Védécom ont par exemple étudié le comportement de 49 personnes ayant testé dans un environnement



virtuel le fait de traverser ou non la rue devant différents types de véhicules (conventionnels, autonomes avec ou sans IHM). Les résultats montrent que les piétons traversent plus souvent après un véhicule sans interface. Par ailleurs, la proportion de ceux traversant devant un véhicule autonome est plus élevée quand il est doté d'une IHM externe[59].

De manière similaire, une expérience de rencontre entre un piéton et des véhicules conventionnels, autonomes avec ou sans IHM, et avant ou après la fourniture d'explications sur ces dernières, a été conduite dans le parking d'un stade au Japon avec 32 participants. Elle a montré que leur peur et leur hésitation à traverser devant le véhicule sans conducteur étaient plus grandes, mais que la présence d'une IHM permettait d'augmenter leur compréhension de la situation et de

[57] OLIVEIRA, L., BURNS, C., LUTON, J., IYER, S., & BIRRELL, S., 2020, art. cit., p. 291.
[57] HARTWICH, F., HOLLANDER, C., JOHANNMEYER D., & KREMS, J. F., 2021, art. cit., p. 13.
[57] MÉTAYER, N., COEUGNET, S., 2021, art. cit.



faciliter leur prise de décision. L'instruction des participants sur le fonctionnement de l'interface externe a aussi permis d'améliorer leur compréhension des intentions du véhicule autonome et donc leur confiance et leur jugement à son égard[60].

Au final, tous ces travaux sur les IHM internes ou externes ont en commun d'insister sur la nécessité de tenir compte de l'expérience subjective, un aspect souvent négligé, pour consolider la sécurité perçue et la confiance dans l'automatisation de la conduite. Ces deux éléments sont des indicateurs pour évaluer plus largement l'acceptabilité, l'acceptation et l'adoption à terme des véhicules autonomes, indépendamment des propriétés objectives de la technologie en termes de sécurité et de fiabilité.

Lors de l'atelier consacré à ce thème, François Nieddu de Navya a d'ailleurs souligné la question des besoins et des solutions apportées par les IHM[61]. Le premier besoin consiste à suivre le service en ayant les informations de base qui doivent être facilement accessibles, visibles par tous et adaptées au service. Cela renvoie, pour les passagers à l'intérieur du véhicule, au terminus, aux prochains arrêts, au temps avant l'arrivée, aux modifications dynamiques de mission ou aux types de service. Pour les utilisateurs à l'extérieur, il s'agit d'afficher les informations standards liées au service comme le numéro de ligne, le terminus et la disponibilité du véhicule. Pour ce faire, Navya fait de la redondance d'informations avec des écrans et du sonore.

Le deuxième besoin consiste à exploiter le véhicule autonome, dans des modalités qui seront plus vastes à moyen et long termes. Dans la phase de transition actuelle, l'objectif est déjà d'avoir le même type de service qu'avec les véhicules conventionnels pour le transport public. En effet, François Nieddu a expliqué qu'il ne faut pas confondre la difficulté d'acceptabilité et d'acceptation du véhicule autonome avec une complexité d'utilisation. D'où le fait que Navya privilégie les modes métro et bus, ou alors contrôlés par le *safety stopper*, pour ne pas rajouter une barrière technologique.

Des spécificités existent déjà cependant dans l'exploitation de la navette autonome, par exemple pour la requête d'un arrêt en mode bus. C'est relativement simple pour le passager à l'intérieur, mais beaucoup moins pour les utilisateurs à l'extérieur si on enlève le conducteur. D'autres aspects touchent au déclenchement de l'arrêt du véhicule, à la commande d'un arrêt en mode à la demande local, à la modification de mission dynamique du service grâce à une interface smartphone ou dans le véhicule, ou encore à un fonctionnement spécifique comme une borne de paiement du trajet.

[60] LIU, H., HIRAYAMA, T., & WATANABE, M., 2021, "Importance of Instruction for Pedestrian-Automated Driving Vehicle Interaction with an External Human Machine Interface: Effects on Pedestrians' Situation Awareness, Trust, Perceived Risks and Decision Making", in *2021 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, pp. 748-754.

[61] Atelier 15, 21/04/2022.

Un troisième besoin auquel répondent les IHM touche à la compréhension des intentions du véhicule qui doit les indiquer aux humains. Ce défi concerne tous les véhicules, autonomes ou non. L'approche retenue est de pousser sur les interfaces qui servent à partager les intentions, d'abord à l'intérieur du véhicule auprès du *safety stopper*. Concernant les passagers, ces indications semblent importantes lors des premières utilisations du service et deviennent ensuite moins nécessaires. Elles peuvent renvoyer aux obstacles détectés, au déclenchement de manœuvre (contournement, parking, *etc.*), à la cession de priorité, à l'arrêt à un feu ou un stop, au changement de direction, à l'arrêt en station, au mode de conduite (autonome/manuel) etc. Le partage des intentions et du comportement du véhicule est surtout pertinent pour les autres usagers de la route. Ils permettent d'indiquer une variation de trajectoire, une manœuvre d'évitement, une cession de priorité, ou autre, qui sont difficiles à exprimer uniquement avec les moyens de communication standards (klaxon, clignotants). Ces indications peuvent éviter les incompréhensions et même certains accidents.

Le quatrième besoin rempli par les interfaces est de diagnostiquer le véhicule. Cela s'adresse généralement non pas aux passagers, sauf en cas d'incident, mais plutôt à ceux qui gèrent le véhicule et le service. Il peut s'agir de notifier un problème, d'indiquer des méthodes de résolution de problème aux techniciens ou au superviseur à distance, de cibler le détail d'information en fonction des besoins de chaque utilisateur, pour permettre une intervention rapide ou un monitoring autonome de toutes les données en temps réel afin d'éviter les avaries.

Un autre besoin couvert par les IHM concerne le contrôle du véhicule. Ce sont notamment les interfaces bouton pour l'ouverture de porte ou de rampe d'accès pour personnes à mobilité réduite, le contrôle de la climatisation et des lumières, le contrôle du véhicule (klaxon, *buzzer, warnings* etc.). Une spécificité du véhicule autonome est le contrôle software avec des diagrammes et des événements remontés par le système avec des notifications particulières et l'indication de méthodes de résolution. D'autres aspects touchent au contrôle manuel, la possibilité de faire des marches à blanc ainsi que de la maintenance *hardware/software*.

Un dernier besoin auquel répondent les interfaces homme-machine correspond à la gestion du service. Pour ce faire, les IHM doivent communiquer l'image de marque de l'opérateur, à la fois pour des raisons de publicité et surtout d'acceptabilité. En effet, des utilisateurs habitués à emprunter un service classique de transport public s'attendent à retrouver le même type de visualisation et d'informations avec un transport autonome.

Ces éléments partagés peuvent être de la customisation graphique, de la musique d'ambiance, de la publicité, des chaînes d'informations de la ville, des informations touristiques, des annonces et des affichages spécifiques notamment sur site privé et de la communication du véhicule avec la supervision à distance. Sur ce dernier point, le contact humain joue un rôle clé dans les premières phases d'utilisation du service. Cela pousse les superviseurs à interagir avec les passagers.

Un design des IHM en fonction des caractéristiques culturelles et individuelles des usagers

Si l'importance des interfaces homme-machine pour améliorer l'expérience des véhicules autonomes est confirmée par les études, un certain nombre de zones à explorer demeurent. Des progrès restent ainsi à accomplir pour concevoir des IHM adaptées, d'une part, au contexte culturel de déploiement de la mobilité autonome et, d'autre part, aux caractéristiques individuelles de leurs utilisateurs et des autres usagers de la route.



©Fanny Vandecandelaere

DESIGNER DES IHM, LE CAS DU PROJET EUROPÉEN BRAVE

Le pôle de compétitivité NextMove a été impliqué d'avril 2017 à février 2021 dans le projet BRAVE. Financé à hauteur de 3 millions d'euros par la Commission européenne dans le cadre du programme Horizon 2020, il a rassemblé une dizaine de partenaires de 7 pays (Allemagne, Australie, Espagne, États-Unis, France, Slovénie et Suède), dont NextMove et l'UTAC pour la France, autour du développement d'interfaces homme-machine pour le véhicule autonome (niveau 3 de la grille SAE).

Florent Anon de NextMove est intervenu lors d'un atelier de la Communauté d'intérêt pour présenter les résultats du projet[62]. Il a souligné que l'objectif était non pas de faire du développement technique d'IHM mais de favoriser l'acceptabilité et de comprendre les besoins et les aspirations des différentes parties prenantes, à la fois le conducteur, les utilisateurs d'un véhicule autonome et les autres usagers de la route. L'enjeu était donc de voir comment faire pour resserrer les liens entre l'objet technologique et le sentiment des usagers potentiels en interaction avec lui.

Le projet BRAVE s'est décliné en trois étapes visant à comprendre l'acceptabilité à partir d'études de terrain auprès d'utilisateurs, puis à permettre le développement technologique d'IHM pour optimiser la situation d'interaction et enfin de faire le lien avec la réglementation pour standardiser ces innovations. En matière d'interface homme-machine, les sujets étaient liés à la perception du véhicule mais aussi aux interactions entre ce dernier et le conducteur. Un volet important du projet touchait en effet au *monitoring* du conducteur et à la reprise en main du véhicule moyennement automatisé, ainsi qu'à l'évolution des protocoles de validation.

L'étude a été menée entre fin 2019 et début 2020 auprès de 1 000 répondants issus des 7 pays. Le parti pris du projet était de se concentrer sur l'acceptabilité des véhicules autonomes de niveau 3, qui étaient les plus directement disponibles, et sur les usagers vulnérables tels que les piétons, les cyclistes et les usagers de deux roues motorisés ou de nouveaux engins de déplacement personnels ainsi que les conducteurs de véhicules conventionnels.

Les résultats ont montré que l'acceptabilité était globalement positive mais pas du tout généralisée. Beaucoup de personnes interrogées avaient une perception ni positive, ni négative du véhicule autonome de niveau 3, étant donné sa nouveauté, d'où la nécessité de créer le sentiment de sécurité et de confiance vis-à-vis de cet objet.

Malgré l'intérêt à tester le véhicule, les personnes ont aussi exprimé leur scepticisme dans son utilisation quotidienne pour elles-mêmes. Des disparités ont émergé entre les différents groupes d'usagers et entre les pays. L'acceptabilité était notamment liée à l'approche vis-à-vis de la technologie, avec les hommes généralement davantage tournés vers le test du véhicule et les femmes globalement en attente d'une démonstration préalable de la sécurité avant de l'utiliser. Les niveaux d'acceptabilité étaient par ailleurs plus faibles en Europe qu'aux États-Unis, l'Australie se situant à mi-chemin entre les deux.

Un cas d'usage critique pour l'acceptabilité du véhicule autonome a été pointé par l'étude concernant le piéton. En effet, plus de la moitié des personnes interrogées en tant que piéton ont déclaré qu'elles auraient moins

[62] Atelier 15, 21/04/2022.

confiance dans le véhicule autonome que dans un véhicule traditionnel. L'acceptabilité était meilleure pour les cyclistes et les utilisateurs d'engins personnels de déplacement motorisés. Ce résultat s'explique notamment par les différents types de populations qui circulent déjà en deux roues en ville actuellement.

Par ailleurs, le projet BRAVE a montré que la transparence du système était très importante. En effet, ce n'est pas tant sa capacité technologique qui est évaluée par les personnes que la capacité de l'outil à communiquer avec son environnement pour rassurer les usagers et confirmer que la technologie a pris le relais. Les résultats ont insisté notamment sur la transparence du système pour les piétons et les occupants des véhicules *via* les IHM externes et internes. Par ailleurs, le *monitoring* du conducteur dans un véhicule autonome de niveau 3 est important pour lui indiquer de reprendre la main en cas de situation dangereuse, ce qui favorise aussi le sentiment de sécurité et de confiance vis-à-vis de la technologie en tant que passager.

Au niveau des systèmes, plusieurs briques sont importantes pour les IHM. Il y a d'abord la prédiction, puis l'anticipation sur les temps de réaction à la fois des dispositifs et des messages communiqués aux utilisateurs, à l'intérieur et l'extérieur du véhicule, qui vont renforcer la confiance dans ce dernier. En outre, le fait de prédire et prévoir davantage en amont les obstacles permet une décélération plus en douceur, ce qui est un point critique dans la relation entre le piéton et le véhicule autonome. Une décélération plus anticipée et plus marquée permet d'augmenter la sécurité et le confort des usagers à bord du véhicule, mais aussi l'acceptabilité des parties prenantes à l'extérieur.

Des tests ont été réalisés sur des véhicules autonomes avec ou sans IHM et avec ou sans décélération marquée du véhicule. Les résultats ont montré que l'interface était importante dans cette configuration mais comme dernière information qui validait l'analyse de la situation déjà réalisée de lui-même par le piéton. L'information importante était donc la décélération du véhicule. Quand la distance à l'obstacle était suffisamment proche, le véhicule émettait un signal lumineux ou sonore permettant à l'usager de valider que sa perception du comportement du véhicule était bonne et qu'il allait s'arrêter pour le laisser traverser. A l'inverse, le pire cas pour la confiance des piétons était d'avoir un véhicule décélérant au dernier moment et pas d'IHM externe ou avec un message très limité.

Concernant les divers cas d'usages, les travaux ont souligné la nécessité de mieux prédire pour remonter plus rapidement de l'information au conducteur qui doit reprendre la main et aux usagers vulnérables sur ce que le véhicule est capable de percevoir. Cela rassure les personnes et favorise donc leur acceptabilité des véhicules autonomes.

Le but du projet BRAVE était de construire des interfaces homme-machine qui favorisent l'acceptabilité du véhicule autonome de niveau 3. Au fil des développements, les résultats ont montré que ce n'était pas le design de l'interface mais le timing de partage de l'information qui était central.

Par ailleurs, le projet a démontré que plus on transmet, grâce aux IHM, des informations qualifiées sur le fonctionnement du véhicule au conducteur et aux autres usagers vulnérables dès les premières utilisations sur le site de déploiement de la technologie, plus l'acceptabilité augmente vite. Une fois les habitudes prises, les utilisateurs ont ainsi tendance à garder la confiance acquise dans le véhicule autonome malgré les évolutions des cas d'usage.

Les angles morts de l'analyse des interactions homme-VA

Malgré leur profusion, les travaux sur les interactions humains-véhicules autonomes présentent un certain nombre d'angles morts. Le chercheur Lionel Robert souligne à ce propos l'absence fréquente de prise en compte du contexte social dans lequel se déroulent ces interactions. Il propose au contraire d'adopter une approche socio-écologique pour les resituer dans un écosystème plus large d'institutions et de relations[63].

Le grand défi de la compréhension des interactions entre les humains et les véhicules autonomes concerne la nature sociale et culturelle de la conduite. En effet, cette activité est régie par une pluralité de normes et de règles, à la fois implicites et explicites, partagées et apprises par la socialisation des individus dans une société donnée. Le développement de l'automatisation de la conduite pose dès lors la question de savoir comment apprendre à un véhicule autonome à être social, c'est-à-dire à interpréter ces formes implicites de communication et à y participer.

Lionel Robert identifie une série d'aspects généralement peu explorés ayant pourtant un impact dans les interactions entre humains et véhicules autonomes :

- **Le rôle de l'infrastructure.** À cet égard, l'étude de Natacha Métayer et Stéphanie Coeugnet montre que la présence d'un passage piéton avec un feu de signalisation augmente la fréquence des piétons qui traversent devant un véhicule automatisé et réduit donc l'importance de l'IHM externe[64].
- **Les différences nationales et régionales en matière de normes et de règles de conduite.** Sur ce point, une équipe internationale de chercheurs a lancé un programme pour étudier les différences interculturelles dans les interactions entre piétons et véhicules autonomes. L'objectif est de permettre la conception d'IHM externes mieux adaptées au contexte culturel de déploiement de la mobilité autonome. Ils mettent en avant que ces interfaces sont principalement développées dans les pays occidentaux. Elles sont donc non adaptées aux pays où le trafic routier est bien moins régulé et où les usagers de la route utilisent pour communiquer entre eux des règles implicites et explicites différentes, par exemple en Asie du Sud[65].
- **Les interactions multiples et simultanées entre des humains et des véhicules avec ou sans chauffeur.** Une expérience sur cette question a été conduite par Aurélie Dommes et ses collègues de l'Université Gustave Eiffel. Grâce à la réalité virtuelle, 30 jeunes adultes et 30 personnes âgées ont testé la traversée d'une rue à double sens où circulaient des véhicules autonomes et des véhicules conventionnels. Les résultats ont montré une tendance des participants à traverser devant les premiers qui cédaient le passage sur la voie proche, alors même que les seconds approchaient dans la voie éloignée, provoquant ainsi de nombreuses collisions[66].
- **La prise en compte des publics vulnérables et spéciaux,** par exemple des enfants et des personnes en situation d'handicap physique ou mental.

Designer des IHM selon les caractéristiques individuelles des publics visés

Ce dernier point met en lumière l'importance de concevoir des interfaces pour les véhicules autonomes, aussi bien internes qu'externes, qui prennent en compte les caractéristiques propres aux différents types de passagers et d'usagers de la route. La plupart des études évoquées précédemment souligne ainsi ce besoin d'individualisation dans le *design*

[63] ROBERT, L. P., 2021, art. cit., p. 4.

[64] MÉTAYER, N., COEUGNET, S., 2021, art. cit., p. 10.

[65] RANASINGHE, C., SCHNEEGASS, S., HOLLÄNDER, K., JU, W., CURRANO, R., SIRKIN, D. & MOORE, D., 2020, "Autonomous Vehicle-Pedestrian Interaction Across Cultures: Towards Designing Better External Human Machine Interfaces (eHMIs)", CHI '20 Extended Abstracts, April 25–30, Honolulu, HI, USA.

[66] DOMMES, A., MERLHIOT, G., LOBJOIS, R., DANG, N.-T., VIENNE, F., BOULO, J., OLIVER, A.-H., CRÉTUAL, A., & CAVALLO, V., 2021, "Young and older adult pedestrians' behavior when crossing a street in front of conventional and self-driving cars", *Accident Analysis & Prevention*, 159, 106256.

des IHM. Il s'agit d'interroger et de tenir compte des préférences des utilisateurs face à divers modèles d'interfaces mais aussi différents types de messages communiqués.

François Nieddu de Navya a présenté, lors de l'atelier sur ce thème, les paramètres déterminants qui vont guider la conception d'IHM. Ces derniers sont liés en premier lieu à la multiplicité des utilisateurs d'un système de transport autonome :

- les passagers, qui sont les premiers utilisateurs auxquels on pense mais qui ne sont pas ceux qui vont nécessiter le plus d'investissement pour un constructeur ;
- les utilisateurs de la chaussée (piétons, cyclistes, autres conducteurs) ;
- le *safety stopper*, qui n'est pas là pour reprendre la conduite mais plutôt pour arrêter le service ou indiquer au véhicule de se mettre en situation de sécurité. Il va avoir des besoins particuliers en phase de transition car il est aussi hôte d'accueil ;
- les techniciens (d'opération, de maintenance, de test etc.) ;
- l'opérateur distant chargé de la supervision ;
- l'opérateur de service qui gère le transport ;
- d'autres utilisateurs en fonction des spécificités des services mis en oeuvre.

Concernant ce dernier point, les modes de service multiples offerts par les transports publics autonomes ne sont pas encore tous définis. Ils ne se limitent pas au simple remplacement de bus classiques. Parmi ces modes de service, on trouve :

- le mode métro avec une ligne et le véhicule qui se stoppe à tous les arrêts ;
- le mode bus lorsque le véhicule s'arrête à la demande du passager à l'intérieur ou à l'extérieur ;
- le mode à la demande local, par exemple sur site privé avec plusieurs véhicules à l'accueil et le choix de la station desservie ;
- le mode à la demande distant, avec une commande de véhicule à partir d'une application mobile ;
- le mode hybride, par exemple standard sur une ligne puis qui dévie de son trajet à la demande pour aller chercher ou déposer un usager dans une zone plus reculée ;
- d'autres modes à définir ou envisager selon les besoins.

Ce paramètre est déterminant car il va être nécessaire de communiquer explicitement comment utiliser le service dans chacun des modes possibles. Il va également évoluer en fonction des contraintes du site. Elles renvoient à la langue d'usage, au sens de roulage, aux habitudes socio-culturelles, au type de service (professionnel, touristique etc.), à la nature du site (public/privé).



Concernant les IHM placées à l'intérieur des véhicules autonomes, les enjeux concernent notamment l'adaptation des informations et leur fréquence de diffusion au profil des utilisateurs. Dans une expérience menée au Royaume-Uni, 25 participants ont testé 4 types d'interfaces pour véhicule autonome allant d'un référentiel de base, avec des indications sur le parcours et le temps, à un pare-brise de réalité augmentée indiquant les obstacles survenant dans l'environnement et la trajectoire suivie par le véhicule. Si les préférences se sont très largement tournées vers ce dernier pour augmenter la confiance dans le système, les participants ont aussi évoqué des nausées liées à cette interface et le besoin d'éviter d'y être confrontés constamment[67].

De manière similaire, Franziska Hartwick et ses collègues ont analysé dans leur étude les réactions de 50 participants ayant une confiance a priori variable envers l'automatisation à deux interfaces différentes, une délivrant des informations en continu et l'autre des informations adaptées au contexte. Les résultats ont montré que la première IHM permanente a permis au groupe avec une confiance plus faible d'avoir une expérience au sein du véhicule plus sûre, compréhensible et confortable. A l'inverse, l'IHM adaptée au contexte a été mieux jugée par les participants ayant une plus grande confiance initiale dans la technologie de conduite automatisée[68].

Ces divergences en fonction des caractéristiques individuelles peuvent se constater également parmi les usagers de la route réagissant aux interfaces homme-machine placées à l'extérieur des véhicules autonomes. Par exemple, Natacha Métayer et Stéphanie Coeugnet ont également testé dans leur expérience les réactions et les préférences des participants par rapport à trois types d'IHM externes. Leur étude souligne l'importance de prendre en compte les préférences subjectives exprimées par les participants. Celles-ci ont porté sur la visibilité et la facilité de compréhension du message transmis par l'interface.

Notons enfin que certaines études sur les IHM externes insistent sur la nécessité de faire une distinction, parmi les usagers vulnérables de la route entre les piétons d'une part et les cyclistes d'autre part. Des chercheurs canadiens se sont notamment intéressés aux interactions entre ces derniers et des véhicules autonomes. Ils ont réalisé une simulation de réalité virtuelle utilisant différents prototypes d'IHM équipant soit le casque ou le cadre du vélo des cyclistes, soit les véhicules. 18 participants ont alors pu tester différentes interfaces visuelles, sonores et sensorielles pour indiquer aux cyclistes la présence d'un véhicule sans chauffeur au moment du changement de voie.

L'expérience a souligné l'importance de ces IHM explicites pour renforcer la confiance des cyclistes envers les véhicules autonomes. Par ailleurs, elle montre les différences à prendre en compte dans le *design* d'interfaces pour les piétons ou les cyclistes. En effet, la vitesse de déplacement et la moindre visibilité de ces derniers changent les risques de leurs interactions avec ces véhicules sans chauffeur circulant eux aussi à une certaine vitesse. Les chercheurs mettent donc l'accent sur l'utilisation simultanée de plusieurs interfaces différentes pour garantir la sécurité des cyclistes interagissant avec des véhicules autonomes[69].

Au final, l'automatisation de la conduite nécessite de développer des interfaces homme-machine internes et externes permettant la communication entre les véhicules, leurs passagers et les autres usagers de la route. Les enquêtes sur les IHM sont diverses, peu comparables entre elles et présentent des angles morts. Elles montrent toutefois l'importance de ces interfaces pour améliorer la sécurité perçue, la confiance, l'acceptabilité et l'acceptation des véhicules autonomes. Le design des IHM qui équipent ces véhicules doit également prendre en compte les caractéristiques culturelles, sociales et individuelles de leurs utilisateurs et des autres usagers de la route. La conception d'IHM doit également être intégrée à une approche plus large qui interroge l'accompagnement global des passagers dans l'utilisation d'un système de transport autonome.

---

[67] OLIVEIRA, L., BURNS, C., LUTON, J., IYER, S., & BIRRELL, S., 2020, art. cit., p. 293.

[68] HARTWICH, F., HOLLANDER, C., JOHANNMEYER D., & KREMS, J. F., 2021, art. cit., p. 13.

[69] HOU, M., MAHADEVAN K., SOMANATH, S., SHARLIN, E., & OEHLBERG, L., 2020, "Autonomous Vehicle-Cyclist Interaction: Peril and Promise", CHI '20, Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, April 25–30, Honolulu, HI, USA, p. 9.



✦

L'ACCOMPAGNEMENT DES PASSAGERS DE VÉHICULES AUTONOMES

L'accompagnement et la formation des passagers d'un véhicule autonome constitue une problématique essentielle pour favoriser l'acceptation et la généralisation de cette nouvelle solution de mobilité. Les travaux consacrés à l'analyse de la mobilité soulignent en effet que cette question ne se résume pas à la simple utilisation des solutions de transport existantes. Être mobile suppose de faire appel à des compétences spécifiques que développent progressivement les individus. Dans ce cadre, des programmes de formation et d'accompagnement à la mobilité se sont multipliés depuis les années 1970, en ciblant notamment les jeunes, les publics économiquement et socialement fragiles ainsi que les personnes à mobilité réduite.

Pour ce qui est de la mobilité autonome, la plupart des contributions se sont focalisées sur l'appropriation des systèmes d'aide à la conduite par les conducteurs de véhicules partiellement automatisés (niveaux 2 et 3). L'accompagnement du passager dans les transports collectifs autonomes reste un champ à approfondir. À court et moyen termes, les opérateurs de sécurité à bord ou à distance sont amenés à jouer un rôle clé dans l'expérience de la mobilité autonome.

La mobilité, des compétences à développer

Depuis le début des années 2000, les chercheurs insistent sur l'importance de penser la mobilité comme une expérience sociale à part entière. La mobilité suppose en effet des compétences spécifiques. La somme de ces dernières constitue un capital dont les individus sont inégalement dotés. Ces inégalités dans la capacité à se mouvoir accentuent des inégalités sociales plus fondamentales et peuvent contribuer à un isolement croissant des individus.

La mobilité au-delà des simples déplacements

Les travaux consacrés à la mobilité depuis le début des années 2000 soulignent qu'elle ne se résume pas aux seuls déplacements[70] et qu'il convient de rompre avec une approche socio-économique des transports. En effet, celle-ci a pendant longtemps constitué le principal axe d'analyse utilisé pour comprendre la mobilité des individus. Cette approche se focalisait principalement sur l'étude des réseaux de transport et sur leur taux de fréquentation. Il s'agissait alors de penser la structuration des réseaux pour favoriser autant que possible une adéquation entre l'offre et la demande en matière de transport.

Plutôt que de privilégier une approche macroscopique de la mobilité et des flux, les travaux qui se sont développés dans le cadre du « *mobility turn* » ont mis l'accent sur la nécessité de passer à une vision de la mobilité centrée sur les individus. Il s'agit en effet non pas de saisir uniquement les ressources mises à leur disposition, mais d'identifier la manière spécifique dont chacun d'entre eux va se saisir de ces ressources. Les inégalités d'accès à la mobilité ne résultent pas uniquement de l'absence de moyens de transport ou de leur coût, mais aussi parfois de l'incapacité des individus à se saisir de l'offre existante.

[70] KAUFMANN, V., 2017, *Les paradoxes de la mobilité : bouger, s'enraciner*, Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, Le savoir suisse, n° 46.



Lors de l'atelier consacré à l'accompagnement du passager d'un véhicule autonome, Gérard Hernja de l'École de Conduite Française (ECF) et Vincent Kaufmann de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) ont rappelé que la mobilité constitue un « concept valise » puisque chaque personne peut la comprendre d'une manière différente[71]. Ils ont identifié les trois facettes principales de la mobilité :

- elle est un phénomène socio-spatial qui est inhérent à l'expérience humaine puisque tout individu a besoin de se déplacer ;
- elle est un indicateur de plusieurs aspects de l'individu, notamment de l'insertion sociale et du mode de vie ;
- elle est une norme sociale qui est associée à un certain nombre des valeurs.

Les deux chercheurs ont défini la mobilité comme une « transformation de soi ». Chaque déplacement est orienté vers une finalité associée, comme aller au travail, pratiquer un loisir, rencontrer des proches, etc. Le développement du télétravail en constitue un exemple puisque la transformation des déplacements domicile-travail bouleverse les interactions avec le collectif de travail et modifie notre rapport au temps et à l'espace.

Dans ce cadre, penser la mobilité revient à comprendre comment les individus se transforment d'un point de vue personnel et collectif. L'éducation apparaît alors comme un moteur de transformation dans ce processus. L'analyse de la mobilité doit donc inclure trois dimensions :

- **le champ des possibles** qui inclut les moyens de transport disponibles ou encore les conditions d'accès ;
- **les aptitudes** à se mouvoir en faisant valoir le concept de « motilité », hérité de la biologie, pour désigner la capacité d'une entité à être mobile dans l'espace ;
- **les déplacements** qui renvoient au mouvement des individus ou des choses.

La mobilité suppose en effet pour les individus de mobiliser un large éventail de compétences[72]. Se déplacer, c'est interroger son rapport à l'espace, identifier le chemin à parcourir pour se rendre d'un point A à un point B et les moyens à mobiliser pour pouvoir l'effectuer. C'est également interroger son rapport au temps. Il s'agit en effet d'être en mesure d'évaluer le temps nécessaire pour effectuer ce trajet et les différentes séquences pour y parvenir. Une telle analyse permet de penser les difficultés auxquelles font face les publics fragiles face à la mobilité.

[71] Atelier 17, 15/09/2022.

[72] LE BRETON, É., 2005, *Bouger pour s'en sortir : mobilité quotidienne et intégration sociale*, Paris: Armand Colin.

La mobilité comme capital ou la « motilité »

Le sociologue Vincent Kaufmann propose dans ce cadre de distinguer le concept de mobilité de celui de « motilité »[73]. Ce dernier renvoie à la manière dont un individu s'approprie et fait usage du champ des possibles en matière de mobilité. La constitution de ce capital se décompose en trois facteurs :

1. **L'acceptabilité** qui concerne l'ensemble des conditions d'utilisation d'une offre de transports ;
2. **Les compétences** de chaque individu en matière de savoir-faire, mais aussi de capacité à organiser son déplacement dans le temps et dans l'espace ;
3. **L'appropriation** qui traduit une forme d'intériorisation des normes et des valeurs par un individu et qui souligne sa capacité à se saisir des ressources mises à sa disposition.

Ces éléments incitent à considérer la mobilité comme une somme de compétences. À l'image du capital culturel ou financier, les individus seraient inégalement dotés en capital de mobilité[74]. Cette inégalité de compétences se couple à des fractures plus classiques concernant les disparités territoriales en matière de transport ou encore les inégalités observables en matière de déplacement.

Les difficultés de mobilité

Au-delà des compétences, les individus peuvent rencontrer des difficultés importantes à se projeter dans la mobilité. Cette question renvoie au volet psychologique de la mobilité[75].

Une première difficulté peut être qualifiée d'« atopie »[76]. Elle renvoie à la difficulté éprouvée par les individus à se doter d'une représentation opératoire d'un lieu dans lequel ils sont situés. La mobilité suppose en effet d'être en mesure de localiser un point de départ et d'arrivée et de déterminer le trajet à suivre pour y parvenir. L'« atopie » renvoie donc à l'incapacité d'un individu à réaliser cette opération mentale de projection de son déplacement sur le territoire.

La deuxième difficulté concerne la gestion du temps. Qualifiée d'« achronie », elle constitue le pendant temporel de l'« atopie ». Elle renvoie aux difficultés rencontrées par un individu pour se projeter dans la temporalité de son déplacement, par exemple pour évaluer le temps nécessaire entre chaque étape de son voyage.

Ces difficultés en matière de perception de l'espace et du temps peuvent résulter de trois logiques différentes :

- **une logique de non-apprentissage** faisant qu'un individu n'a pas réellement eu l'occasion d'expérimenter une solution de mobilité ;
- **une logique de décalage** qui voit un individu avoir appris un type de mobilité et qui éprouve des difficultés à transposer ses compétences dans un nouvel environnement géographique, par exemple dans un nouveau pays ;
- **une logique de désapprentissage** qui voit un individu s'isoler et perdre progressivement ses compétences en matière de mobilité. Cela vaut notamment pour certaines personnes qui sont confrontées à une période de chômage de longue durée.

Dans ce cadre, cette inégalité face à la mobilité ne résulte pas uniquement d'une absence de solution de transport. Elle est également liée à la capacité même des individus à se saisir de ces solutions pour se déplacer librement sur un territoire donné.

---

[73] KAUFMANN, V., 2017, *Les paradoxes de la mobilité : bouger, s'enraciner*, Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, Le savoir suisse, n° 46.

[74] KAUFMANN, V., 2019, « La mobilité comme capital ? », dans MONTULET, B. (dir.), *Mobilités, fluidités... Libertés ?* Bruxelles : Presses de l'Université Saint-Louis, Travaux et recherches, pp. 25-41, [En ligne], consulté le 15 juillet 2022, http://books.openedition.org/pusl/11205.

[75] MOLLES, A., 1992, « Vers une psycho-géographie », dans *Encyclopédie de géographie*, Paris : Economica, pp. 159-18.

[76] BUCHOT, N., 2012, *La mobilité contextuelle à l'épreuve de la mobilité résidentielle contrainte : dans le cadre de la rénovation urbaine des quartiers d'habitat social à Angers et à Trélazé*, thèse de doctorat, Université du Maine, [En ligne], consulté le 12 juillet 2022, https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00770299.

Cette inégalité se traduit par des conséquences sociales importantes. À titre d'exemple, le permis de conduire constitue le diplôme le plus discriminant dans le rapport à l'emploi[77]. La capacité à se déplacer constitue donc une condition nécessaire, certes non suffisante, pour faciliter l'intégration économique et sociale des individus. C'est en ce sens que le sociologue Éric Le Breton qualifie la mobilité de « droit des droits »[78].

Les programmes d'accompagnement à la mobilité

Considérer la mobilité comme une compétence ou comme un capital à développer conduit à envisager de nécessaires processus d'accompagnement, de formation ou d'éduction[79]. Ces derniers restent, aujourd'hui encore, principalement pensés comme des outils mis à la disposition des publics fragiles.

De nouveaux dispositifs d'accompagnement voient néanmoins le jour pour répondre à la volonté des collectivités locales de jouer un nouveau rôle en matière de mobilité. Par ailleurs, des réflexions plus originales émergent autour de l'accompagnement des changements de comportement des individus pour promouvoir la transition écologique.



La formation à la mobilité pour les publics fragiles

Les programmes de formation à la mobilité (*mobility training*) ont vu le jour dans le courant des années 1970 aux États-Unis[80]. Ils s'inscrivent dans le cadre d'une réflexion plus générale sur l'accessibilité des transports collectifs. Il s'agit de réduire les obstacles matériels et immatériels qui peuvent limiter l'accès aux transports en commun. Ces programmes ont été à l'origine principalement pensés pour accompagner les personnes qui connaissent des difficultés importantes dans leur parcours de mobilité, notamment les personnes âgées et handicapées ou les jeunes.

[77] LE BRETON, É., 2005, Bouger pour s'en sortir : mobilité quotidienne et intégration sociale, Paris : Armand Colin,.

[78] BORDENET, C., 14 février 2020, « Les oubliés de la mobilité : « Sans voiture, je ne suis plus rien » », Le Monde.fr [En ligne], consulté le 18 juillet 2022, https://www.lemonde.fr/m-le-mag/article/2020/02/14/les-oublies-de-la-mobilite-sans-voiture-je-ne-suis-plus-rien_6029593_4500055.html.

[79] ALLEMAND, S., 2008, Apprendre la mobilité : les ateliers mobilité, une expérience originale, Paris : Le Cavalier Bleu.

[80] PARK, C. H., WELCH, E. W., & SRIRAJ, P. S., December 2016, "An integrative theory-driven framework for evaluating travel training programs", Evaluation and Program Planning, vol. 59, pp. 7-20.

Ces réflexions s'inscrivent dans une prise de conscience de l'importance des transports collectifs pour préserver l'autonomie de ces publics. C'est le cas par exemple pour les personnes âgées lorsqu'elles se trouvent dans l'obligation de renoncer à la conduite[81]. Cela s'inscrit également dans une logique d'optimisation des coûts, l'utilisation du transport collectif étant moins onéreuse que les solutions de transports solidaires plus classiques.

Ces programmes de formation permettent de mieux comprendre l'offre de transports collectifs, leurs conditions d'accès, les différentes options pour un parcours ou encore les aides financières existantes[82]. Ils permettent d'encourager l'utilisation des transports en commun pour des personnes qui peuvent y être a priori réticentes. Ils s'appuient généralement sur un volet théorique et sur un volet pratique[83]. Ce dernier consiste souvent en des parcours commentés qui permettent d'approfondir en conditions réelles l'utilisation des transports collectifs. Ils facilitent également l'identification des difficultés concrètes auxquelles sont confrontés les voyageurs.

Dans les versions les plus ambitieuses de ces programmes, la formation proposée aux usagers se couple également à un processus d'apprentissage des opérateurs de transport[84]. Les retours d'expérience permettent en effet d'identifier la perception des utilisateurs à l'égard des transports en commun, les barrières physiques ou psychologiques qui subsistent et les solutions qui peuvent y être apportées. Ces parcours peuvent donc conduire à la mise en œuvre de changement dans l'offre de services des opérateurs de mobilité pour faciliter leur accessibilité.



Les programmes d'accompagnement à la mobilité

En France, la loi d'orientation des mobilités (LOM) adoptée fin 2019 a donné un cadre réglementaire au développement de ces pratiques d'accompagnement[85]. Ces réflexions s'inscrivent dans la volonté de la LOM de créer une compétence pour les nouvelles autorités organisatrices de mobilités (AOM) pour agir en faveur de la mobilité solidaire.

L'exercice de cette compétence par les nouvelles AOM se fait en concertation avec le Département, les communes, les associations et les acteurs privés présents sur le territoire. La LOM impose notamment l'élaboration d'un plan d'action commun en faveur de la mobilité solidaire défini au niveau de chaque

[81] DUCHARME, C. et al., 2015, « Effets du programme d'Apprentissage à l'utilisation du Transport en Commun (ATraCo) : une étude pré-expérimentale », *Revue Francophone de Recherche en Ergothérapie*, vol. 1, n° 2, pp. 23-44.

[82] GROCE, M. M., 1996, "An Introduction to Travel Training", *Transition Summary*, pp. 2-5.

[83] DUCHARME, C. et al., 2015, art. cit.

[84] NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, Engineering, 2014, *Travel Training for Older Adults Part I: A Handbook*, [En ligne], consulté le 5 juillet 2022.

[85] Voir article 18, loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités.



bassin de mobilité. Une obligation d'information est imposée aux AOM. Elles doivent aussi se doter d'une plateforme d'accompagnement des publics fragiles à la mobilité.

Ce nouveau cadre réglementaire incite les collectivités locales à approfondir leurs méthodes d'accompagnement en matière de mobilité. Cela se traduit par la multiplication d'initiatives visant à créer des agences ou des plateformes de mobilité dans les territoires[86]. Les agences de mobilité proposent un service ouvert à tous. Les plateformes de mobilité se focalisent pour leur part sur l'accompagnement des publics fragiles. La France comptait une soixantaine de plateformes en 2018 et une dizaine d'agences.

Le rôle des plateformes de mobilité est multiple[87]. Du fait de leur ancrage dans le territoire, elles sont souvent en mesure de proposer des solutions d'accompagnement individualisé. C'est le cas par exemple de diagnostics ou de formations pour accompagner les individus ou les organisations en matière de mobilité. Elles peuvent également proposer des solutions matérielles telles que la mise en place de systèmes de location de voitures solidaires ou de solutions de covoiturage. Elles jouent aussi un rôle pour favoriser le développement de solutions innovantes sur le territoire, par exemple la mise en relation entre les citoyens, les porteurs de solutions et les acteurs privés et associatifs.

Dans ce cadre, de nombreuses initiatives ont vu le jour pour accompagner les publics fragiles dans leurs mobilités[88]. Les activités réalisées par l'association Wimoov constituent un exemple intéressant. Elle ambitionne d'accompagner les séniors et les publics fragiles vers une mobilité autonome et durable. Ces programmes s'appuient généralement sur la réalisation d'un bilan individualisé de mobilité, sur une information ciblée sur les solutions de mobilité, qu'elles soient financières, matérielles ou pédagogiques, et sur des mises en situation pratiques.

Accompagner les changements de comportement

Au-delà des publics fragiles, l'accompagnement à la mobilité joue également un rôle essentiel pour faire évoluer les pratiques et œuvrer à l'émergence d'une mobilité plus durable. Adoptée en 2016, la stratégie de développement de la mobilité propre soulignait l'importance d'un accompagnement personnalisé pour faire changer les comportements. L'enjeu consiste

[86] CEREMA, juin 2019, *Expériences d'accompagnement personnalisé pour faciliter les mobilités en milieu rural et périurbain*, [En ligne], https://www.cerema.fr/system/files/documents/2019/11/experiences_daccompagnement_personnalise_pour_faciliter_les_mobilites_en_milieu_rural_et_periurbain.pdf.

[87] LABORATOIRE DE LA MOBILITÉ INCLUSIVE, 2021, Tout comprendre des plateformes de mobilité, [En ligne], consulté le 13 juillet 2022, https://www.mobiliteinclusive.com/guide-des-plateformes.

[88] LE BRETON, É., 2005, *Bouger pour s'en sortir : mobilité quotidienne et intégration sociale*, Paris : Armand Colin.

à guider les individus pour les amener à choisir des modes doux ou propres pour leurs déplacements.

Lorsque des alternatives à l'automobile existent, cela se traduit concrètement par l'ambition d'un renoncement à l'autosolisme pour privilégier le recours aux transports collectifs ou aux modes doux (marche, vélo etc.). Les recherches consacrées à la question montrent que les stratégies d'information des utilisateurs à l'égard de solutions alternatives à l'automobile jouent un rôle important, mais qu'elles ne suffisent pas à provoquer des changements de comportement.

Dans cette perspective, de nombreux travaux ont vu le jour pour étudier les conditions de changement de comportement des individus en matière de mobilité au-delà des seuls changements contraints. Pour les changements volontaires, plusieurs éléments ont été identifiés comme étant susceptibles de les limiter[89]:

- **un manque de compétences.** Il renvoie à la difficulté éprouvée par certains individus à jongler entre les différentes solutions modales qui s'offrent à eux. La définition d'un parcours de mobilité suppose en effet des compétences et des savoir-faire qui se développent notamment avec l'expérience de ces différents types de solution ;
- **la force de l'habitude.** Une situation de dépendance au sentier est notable dans les pratiques de mobilité, autrement dit les trajets passés influencent l'organisation des trajets à venir. Ce constat vaut en particulier pour les trajets récurrents comme ceux reliant le domicile au lieu de travail. Un individu s'interroge initialement sur les solutions qui s'offrent à lui pour effectuer ce trajet, mais il aura par la suite tendance à reproduire le même déplacement sans s'interroger sur les modes alternatifs qu'il pourrait utiliser ;
- **la perception des modes de transports.** Au-delà des habitudes, les individus disposent également souvent d'une représentation a priori des qualités et des défauts d'une solution modale, par exemple les contraintes horaires pour les transports collectifs. Ces perceptions a priori peuvent parfois être éloignées de la réalité et limiter la volonté des acteurs à changer leur comportement en matière de mobilité ;
- **l'incertitude inhérente au choix d'un nouveau mode.** Rompre avec ses habitudes de mobilité peut constituer une source d'inquiétudes pour les individus. Cela vaut en particulier pour les premiers trajets qui suivent une décision de changement de comportement. Cette incertitude explique également pourquoi un changement de comportement n'est jamais définitif.

Pour promouvoir les changements de comportement, l'accompagnement des individus joue un rôle essentiel pour assurer le succès de ces démarches. Cela se traduit par différentes expériences, par exemple la mise en place de stratégies de marketing individualisé auprès des individus[90] qui prolongent les programmes de formation à la mobilité évoqués précédemment.

Cette nécessité se traduit aussi par des appels réguliers à la mise en place d'un processus éducatif à la mobilité solidaire et durable[91]. Il s'agit ici de souligner que l'apprentissage de la mobilité ne doit pas se focaliser uniquement sur les publics fragiles, mais qu'il doit concerner l'ensemble de la population pour l'inciter à opter pour des solutions de mobilité plus durables, lorsqu'elles existent. Certains acteurs associatifs s'y attèlent. C'est par exemple le cas de l'association Dromolib qui œuvre à la promotion d'une mobilité plus durable et inclusive à l'échelle du département de la Drôme.

---

[89] ROCCI, A., 2017, « Chapitre 2. Analyse sociologique des freins et leviers au changement de comportement vers des mobilités plus durables », dans FRÈRE, S. et SCARWELL, H.-J. (dir.), *Éco-fiscalité et transport durable : entre prime et taxe ?*, Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion, Environnement et société, pp. 83-104, [En ligne], consulté le 15 juillet 2022, http://books.openedition.org/septentrion/15539.

[90] ROCCI, A., 2015, « Comment rompre avec l'habitude ? », *Espace populations sociétés*, Université des Sciences et Technologies de Lille, n° 2015/1-2, [En ligne], consulté le 15 juillet 2022.

[91] HERNJA, G. et KAUFMANN, V., 2022, *Mobilité durable et inclusive : Quel processus éducatif ?*, Laboratoire de la Mobilité Inclusive, [En ligne], consulté le 15 juillet 2022, https://www.mobiliteinclusive.com/projet-inclusion-transition/inclusion-transition-recherche.

Lors de l'atelier sur l'accompagnement des passagers de véhicules autonomes, Gérard Hernja a précisé qu'éduquer, former et apprendre sont des processus qui ont des sens différents[92]. Selon lui, le développement de la mobilité inclusive et durable ne peut se faire par la formation ou l'apprentissage. Ces approches sont inopérantes puisqu'elles sont très normatives et parce qu'elles varient selon le niveau de connaissances de la personne qui enseigne. L'éducation serait le meilleur moteur dans le sens où elle implique une transformation et pose la question du sens et des valeurs de la démarche. Gérard Hernja distingue ainsi deux principes de l'éducation :

- **l'éducabilité** qui consiste à impliquer toutes les personnes, quelles que soient leurs pratiques de mobilité ;
- **la liberté** qui implique la non-imposition de l'éducation.

L'éducation est un moteur particulièrement utile pour faire face au mouvement de désespérance de certains jeunes qui expriment une anxiété, un mal de vivre ou une peur de l'avenir face au changement climatique et qui aspirent à de nouvelles pratiques de mobilité.

Gérard Hernja et Vincent Kaufmann ont invité à réfléchir à la méthode qui devrait être associée. L'objectif est de favoriser l'acceptation de ces nouvelles pratiques de mobilité durable et inclusive par le prisme du désir de changement. Il est pour cela nécessaire de mobiliser la société civile, les associations et les entreprises. Les chercheurs ont conclu en rappelant que l'éducation est la clé pour donner de meilleurs choix de mobilité aux générations futures.

[92] Atelier 17, 15/09/2022.



L'accompagnement à la mobilité autonome

Les compétences inhérentes à l'utilisation d'une nouvelle solution de mobilité et les difficultés propres à tout changement de comportement supposent de penser également des solutions d'accompagnement des usagers de la mobilité autonome. Les travaux sur cette question se focalisent souvent sur la formation à la reprise en main pour les conducteurs d'un véhicule automatisé de niveau 3.

Pour ce qui est des solutions de transport collectif autonome, les processus d'accompagnement mis en place dans le cadre des expérimentations visent à s'assurer de l'acceptabilité et de l'acceptation par les usagers sur le territoire. Les résultats produits soulignent notamment le rôle essentiel joué par les opérateurs de sécurité à bord des navettes dans l'accompagnement des premiers passagers des solutions de mobilité autonome.

Formation aux systèmes d'aide à la conduite

La stratégie nationale pour le développement de la conduite automatisée a identifié la question de la formation des conducteurs comme un point d'attention. En 2018, elle évoquait l'hypothèse d'une refonte des programmes de formation à la conduite. Elle souligne aujourd'hui l'importance de définir des modules de formation théorique et pratique à la conduite qui pourraient être proposés aux conducteurs de véhicules moyennement automatisés (niveaux 2 et 3). L'information nécessaire devra être inscrite dans le manuel d'utilisation des véhicules. La stratégie nationale recommande également que les loueurs de ces véhicules proposent des modules de formation pour leurs clients.

La formation des conducteurs à la reprise en main joue un rôle clé pour assurer à la fois la sécurité, mais aussi l'acceptabilité de ces nouvelles solutions technologiques[93]. Sur le volet sécurité, la formation doit notamment permettre de lutter contre le phénomène de surconfiance qui peut être associée à l'utilisation d'une technologie de conduite automatisée. L'Institut américain de l'Assurance pour la sécurité des autoroutes (IIHS - *Insurance Institute for Highway Safety*) a publié une étude sur l'attitude des conducteurs à l'égard des systèmes avancés d'aide à la conduite [94].

L'enquête a été menée auprès de trois groupes tests réunissant 200 utilisateurs du système d'aide à la conduite Super Cruise de General Motors, du système ProPilot Assist de Nissan et du système Autopilot proposé par Tesla. L'enquête souligne que l'activation de ces systèmes incite les utilisateurs à réaliser d'autres activités à bord et à abandonner la supervision de la conduite. Les systèmes de vigilance pour inciter les conducteurs à surveiller l'environnement sont perçus comme gênants et amènent leurs utilisateurs à développer des stratégies de contournement. L'Institut conclut sur le fait que les conducteurs tendent à surestimer les capacités actuelles des systèmes d'aide à la conduite, ce qui pourrait entraîner une hausse du nombre d'accidents de la route.

Plusieurs éléments peuvent expliquer cette surconfiance des conducteurs dans la machine :

- une tendance à privilégier les prises de décisions les moins coûteuses cognitivement ;
- une tendance à réduire leur implication dès lors que les tâches à réaliser sont partagées avec un autre acteur ;
- une tendance à considérer que les capacités de la machine sont forcément supérieures à celles de l'être humain.

[93] BARRÉ, J., Février 2022, « Quelle formation pour les conducteurs de véhicules autonomes ? », RTS - *Recherche Transports Sécurité* IFSTTAR, 19p, [En ligne], https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03559655/document.

[94] MUELLER, A. S., CICCHINO, J. B., CALVANELLI, Jr., J. V., 2022, "Habits, attitudes, and expectations of regular users of partial driving automation systems", Insurance Institute for Highway Safety, https://www.iihs.org/topics/bibliography/ref/2261.



©Fanny Vandecandelaere

La stratégie nationale souligne par ailleurs que le processus de formation ne doit pas concerner uniquement les conducteurs. Les personnes impliquées dans le développement de ces technologies et dans leur test doivent aussi bénéficier d'une formation spécifique afin de garantir la sécurité du véhicule et d'avoir la capacité de reprendre la main en cas d'incident. Ce processus de formation doit également permettre d'accompagner les besoins en nouvelles compétences que suppose le développement de la mobilité autonome[95].

Accompagnement au transport collectif autonome

L'accompagnement des usagers dans le cadre des expérimentations de navettes autonomes est aujourd'hui principalement pensé à l'aune de la visibilité et de la connaissance de l'expérimentation. Il s'agit dans ce cadre de proposer une signalétique sur le parcours qui permet d'identifier clairement la circulation de la navette. C'est par exemple le cas sur les projets conduits à Saint-Quentin-en-Yvelines ou à Sophia-Antipolis à Nice dans le cadre du projet Expérimentations de Navettes Autonomes (ENA). La communication déployée autour de ces projets sert ainsi à inciter les usagers à découvrir le service et à l'utiliser sur une base régulière.

La mise en place de processus d'accompagnement plus spécifiques des passagers des navettes autonomes constitue néanmoins un angle mort dans la plupart des expérimentations actuelles. Au-delà de l'effort de communication, la question de l'accompagnement des utilisateurs est souvent traitée de manière indirecte à travers les travaux mis en place pour mesurer le niveau d'acceptabilité et d'acceptation de ces expérimentations.

Le cas de l'expérimentation Tornado[96] de plusieurs véhicules autonomes, conduite par la Communauté d'agglomération de Rambouillet Territoires de 2017 à 2021, constitue toutefois un bon contre-exemple. Elle s'est en effet accompagnée d'une démarche de « laboratoire vivant » (*living lab*) associant des habitants tout au long du projet. Ce laboratoire spécialisé sur les mobilités innovantes, appelé le MobiLab, permet à ses membres de participer à des ateliers d'échanges, des démonstrations et des expérimentations. Ils y partagent leurs attentes, leurs ressentis et leurs idées sur les nouveaux services qu'ils ont l'occasion de tester tels que des véhicules autonomes avec le projet Tornado.

Pour l'expérimentation de navette autonome conduite sur le territoire de la Communauté de communes de Cœur de Brenne[97] dans l'Indre, l'accompagnement des passagers a été mené autour de son inscription dans le territoire. Ce choix devrait se traduire par la réalisation d'enquêtes à bord pendant la phase de roulage pour mieux comprendre le ressenti des usagers. Des ateliers de recherche participative sont également organisés pour expliquer le projet et recueillir la perception des habitants à l'égard de ce service. Des conférences-débats seront enfin mises en place pour assurer le rayonnement du projet dans la société, et un projet de bande dessinée est également évoqué.

[95] MARTELARO, N. et al., 2022, « How to Make Sense of Bus Transit Automation? », *Traffic 21 - Carnegie Mellon University*, p. 20.

[96] Voir https://www.tornado-mobility.com/index.php/home/.

[97] Voir https://www.experimentations-navettes-autonomes.fr/tentez-lexperience/en-direct-de-coeur-de-brenne/.

QUEL RÔLE POUR LES ASSUREURS DANS L'ACCOMPAGNEMENT À LA MOBILITÉ AUTONOME ?

Christophe Sabadel, chef produit Auto à la Maif, est revenu lors de l'atelier sur le rôle de l'assurance dans l'accompagnement des passagers de navette autonome[98]. Il a introduit sa présentation en précisant que le véhicule autonome s'inscrit dans la règlementation actuelle en matière de responsabilité civile. Initialement conçue pour les véhicules particuliers, la loi dite Badinter[99] est aussi adaptée aux navettes autonomes puisqu'elles partagent les mêmes caractéristiques qu'un véhicule terrestre à moteur. Le Code des assurances impose une obligation en responsabilité civile, l'opérateur de la navette autonome doit aussi s'assurer en responsabilité civile.

Ainsi, une victime d'un préjudice causé par un véhicule autonome a un droit de recours à l'encontre de l'assureur de la navette et de l'opérateur qui propose le service à l'usager. Il revient à l'opérateur du service de se retourner vers un autre tiers responsable de l'accident, par exemple un autre véhicule ou le fabriquant de la navette ou du système de conduite autonome si c'est une erreur d'assemblage ou de programmation qui a causé l'accident.

Concernant la règlementation des transports en commun, Christophe Sabadel a rappelé que dans la plupart des accidents de circulation, les traumatismes corporels graves sont liés à l'éjection des occupants hors du véhicule ou à leur projection à l'intérieur de celui-ci. Depuis 2003, les passagers d'autocars doivent ainsi obligatoirement porter une ceinture de sécurité. Néanmoins, les autobus ne sont pas concernés par cette obligation puisqu'il s'agit de véhicules urbains. Ces différentes considérations influenceront la manière dont les navettes autonomes seront réglementées.

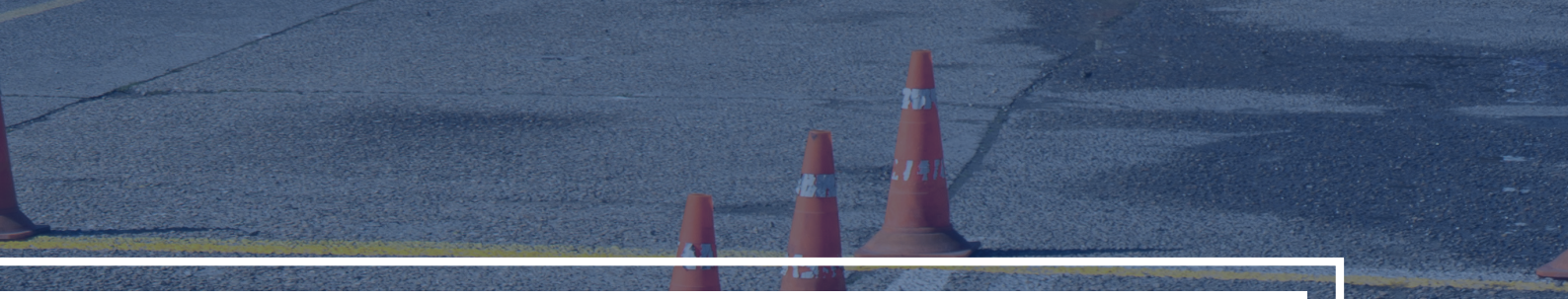
Concernant la prévention du risque, la plupart des navettes autonomes en expérimentation roulent en milieu urbain, à une vitesse très faible voire sur des voies dédiées. Cependant, l'intérêt des navettes en zones rurales serait de circuler sur des portions de routes rapides (limitées pour certaines à 90 km/h). Dans ces circonstances, la navette autonome devra être capable de circuler à la vitesse maximale autorisée pour ne pas mettre en danger les autres véhicules.

La ceinture de sécurité serait alors un équipement à recommander vivement. La Maif est favorable à ce que le Code de la route assimile les navettes autonomes rurales à des autocars, avec obligation du port de la ceinture. Si l'usager n'a pas attaché sa ceinture, il pourrait être sujet à une amende, mais serait tout de même couvert en cas d'accident par son assurance responsabilité civile.

En revanche, la détermination de la responsabilité pénale sera un sujet complexe puisqu'il va probablement nécessiter une adaptation des pratiques des assureurs. Cela risque d'engendrer par exemple un allongement des délais et des échanges avec des tiers tels que le constructeur des navettes ou le programmateur du système de conduite autonome qui n'existent pas à ce jour.

[98] Atelier 15, 15/09/2022.

[99] Loi n° 85-677 du 5 juillet 1985 tendant à l'amélioration de la situation des victimes d'accidents de la circulation et à l'accélération des procédures d'indemnisation



> ***En cas d'accident avec une navette autonome, la diversité des acteurs impliqués est potentiellement très importante (l'opérateur, le fabricant de la navette, etc.…). La victime éventuelle (passager, piéton, propriétaire d'un véhicule tiers, etc…) attend à juste titre une indemnisation de son préjudice au même titre que s'il s'agissait d'un sinistre avec un véhicule traditionnel. Ce sujet risque de soulever des débats juridiques en cas d'accidents graves ou d'événements sériels, notamment pour identifier les responsabilités de chacun des intervenants sans retarder l'indemnisation des victimes. Il nécessite également de bien analyser les risques, souvent nouveaux, auxquels sont exposés chacun des acteurs pour calibrer les offres d'assurance et les niveaux de couverture qui leur permettront de se protéger au mieux.***
>
> *Hélène Thillier, Directrice générale de Cardif IARD*
> *Atelier 17, 15 septembre 2022*

Une couverture individuelle passager pourrait être opportune pour dépasser cette contrainte, même s'il n'existe pas encore de contrat adéquat et que la couverture de la personne dans les transports publics est rarement présente dans les assurances auto. En revanche, plusieurs assureurs couvrent ce risque, par extension du périmètre de leurs contrats de Garanties Accidents de la Vie Privée.

Face à cette situation, la Maif propose le Contrat Assurance des accidents corporels Auto-Moto Maif (contrat PACS). L'ambition de la Maif est de devancer les obligations légales pour apporter des solutions aux besoins des usagers en temps réel. Ce contrat couvre l'usage, par tous les membres du foyer, de l'ensemble des véhicules terrestres à moteur. Par extension, l'assuré est ainsi couvert en cas d'usage d'une navette autonome ou d'un véhicule autonome.

Nicolas Marescaux de la Macif a confirmé lors des échanges l'importance de l'usage de la ceinture de sécurité dans les navettes autonomes en zone rurale et a souligné l'importance de l'éducation comme moyen de prévention d'accident à cet égard. Il a aussi précisé que dans l'expérimentation de Cœur de Brenne, la vitesse de la navette est actuellement de 50 km/h sur une voie dont la vitesse maximale est de 90 km/h.

Selon lui, la question centrale est de savoir s'il est pertinent d'imposer une vitesse de 90 km/h sachant que la technologie n'est pas encore mature. Il convient d'arbitrer entre l'optimum technologique et la prévention. En comparaison, dans l'expérimentation menée dans le Val-de-Drôme, la vitesse est moindre mais les autres usagers sont habitués aux véhicules lents. Enfin, Nicolas Marescaux a cité la modification de la loi sur la responsabilité civile du « fait du produit défectueux », permettant à l'assureur de se retourner contre le fabricant.

Le rôle clé des opérateurs de sécurité

Dans le cadre des études d'acceptation conduites sur ces projets d'expérimentation, les usagers soulignent systématiquement le rôle central joué par les opérateurs de sécurité (safety driver) à bord du véhicule dans l'expérience vécue[100].

Les résultats montrent que le rôle des opérateurs de sécurité à bord est triple dans le cadre des expérimentations de mobilité autonome :

- d'abord, leur présence **incite les utilisateurs à venir tester le service et à l'utiliser de manière plus régulière**. Une présence humaine permet de dépasser la réticence a priori de certains utilisateurs par rapport à cette nouvelle solution de mobilité ;
- ensuite, leur présence constitue **un élément de réassurance pendant le trajet**. Du fait de leur capacité à reprendre en main le véhicule, ils rassurent les usagers en cas de situation potentiellement délicate ;
- enfin, ils jouent également **un rôle d'information** sur le fonctionnement du véhicule, la nature du projet, les horaires de circulation de la navette ou encore la durée de l'expérimentation et ses enjeux.

Ferdinand Monéger, enseignant-chercheur associé à l'Université de Clermont Auvergne, a analysé les expériences vécues et les valeurs « en acte » des opérateurs de sécurité à bord de plusieurs navettes autonomes[101]. Ses travaux ont mis en évidence le rôle des accompagnants dans le cadre de plusieurs situations dites critiques, clés pour l'expérience passager.

Il s'agit de la fermeture automatique des portes, l'accompagnement de passagers non francophones, l'hésitation du passager à la montée, le dysfonctionnement de la navette, ou la présence d'usagers sur la voie. D'autres situations critiques étaient imputables à l'environnement de conduite, par exemple l'obstruction des voies, la détection d'objets non identifiés ou le déclenchement systématique du klaxon.

Ses travaux ont montré que quatre valeurs faisaient ainsi consensus parmi les opérateurs de sécurité. Elles structurent leur activité à bord des navettes autonomes.

1. **La « sécurité »** qui traduit un sentiment de responsabilité vis-à-vis des passagers et du matériel ;
2. **La « fiabilité du service »** qui fait écho à un sentiment de frustration ou d'inconfort lorsque la navette dysfonctionne ou que les passagers n'ont pas accès aux informations nécessaires à leur trajet comme les horaires ;
3. **L'« utilité du service »** qui se traduit par de la frustration lorsque l'expérimentation est davantage une démonstration technologique qu'un service de mobilité à proprement parler ;
4. **La « satisfaction des passagers »** qui renvoie aux retours positifs des passagers et à la dimension sociale du métier.

Durant leur activité, les opérateurs ont été confrontés à des arbitrages entre ces valeurs en fonction des situations rencontrées. Par exemple, lors de la fermeture automatique des portes ou la demande de montée-descente en dehors des horaires prévus, la satisfaction de besoins particuliers des usagers entre en conflit avec le respect de certaines procédures. Par ailleurs, les situations de dysfonctionnement de la navette ont eu tendance à réduire l'utilité du service, la satisfaction des passagers et à augmenter la gêne des autres usagers de la route.

De même, derrière un autre usager lent sur la route, certains opérateurs à bord ont repris manuellement la conduite de la navette pour dépasser ce dernier. Bien qu'elle ne respecte pas les procédures, cette action a permis de préserver les valeurs de sécurité, d'utilité et de fiabilité du service, de non-gêne des autres usagers et de besoin de contrôle.

Lors de son intervention devant la Communauté d'intérêt[102], Ferdinand Monéger a précisé que la sécurité et le respect des procédures étaient les principales sources de conflits de valeurs rencontrées par les opérateurs. Gérard Hernja, de l'École de Conduite Française, a également souligné lors de l'atelier que l'acceptation et

[100] COSTESEQUE, G., Décembre 2019, Évaluation de l'expérimentation d'une navette autonome et d'une route photovoltaïque, Rapport d'étude du Cerema, [En ligne], https://www.cerema.fr/system/files/documents/2021/04/livrable-navette-nm-cerema-20200408-signemah.pdf.

[101] MONÉGER, F., 2018, Conception d'un service de transport par navettes autonomes acceptable et sécurisé : approche ergonomique par l'analyse des expériences vécues et des valeurs en acte, Thèses en ligne, [En ligne], https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02066935.

l'utilisation étaient deux choses distinctes. Il existe un conflit de valeurs propre au véhicule autonome, qui prive de la liberté de conduite et qui doit être pris en compte dans l'accompagnement des usagers.

Les opérateurs de sécurité sont donc amenés à jouer un rôle clé dans l'accompagnement des passagers de navettes autonomes lors des expérimentations et, à terme, dans le cadre des services qui pourront être proposés. Ce constat incite à penser une évolution des missions assignées aux opérateurs de sécurité, y compris des superviseurs placés à distance et non plus au sein du véhicule.

Cela suppose en effet une évolution des compétences qu'ils seront amenés à mobiliser, donc de leur formation. Ces compétences ne seront plus uniquement techniques, liées à la surveillance du mode de fonctionnement du véhicule, mais également relationnelles. Ils devront en effet être en mesure d'assurer à la fois la supervision d'une flotte de véhicules ainsi que l'accueil et la gestion des passagers, y compris à distance.

Au final, la mobilité ne se résume pas à la rencontre entre une offre et une demande de transport. Elle suppose de mobiliser une somme de compétences dont les individus sont inégalement dotés. Le concept de « motilité » permet de penser la capacité d'un individu à se déplacer. Des programmes d'accompagnement à la mobilité se sont développés dès les années 1970, en particulier à destination des publics fragiles, pour encourager ces derniers à utiliser davantage les transports collectifs.

La question de la formation à la mobilité connaît aujourd'hui un regain d'intérêt, du fait de la nécessité d'accompagner la transition des individus vers des pratiques de mobilité plus durables. L'accompagnement du passager dans les services de mobilité autonome constitue encore un angle mort dans les expérimentations conduites en France et à l'étranger. Les études d'acceptabilité mettent néanmoins en évidence le rôle clé que jouent les opérateurs de sécurité à bord des navettes pour l'accompagnement des premiers usagers de ces services de mobilité autonome.



©Fanny Vandecandelaere

✦

Au terme du cycle d'ateliers mené en 2022 par la Communauté d'intérêt, trois idées principales se dégagent pour penser l'élaboration d'un service de mobilité autonome et l'expérience passager qui y est associée.

Dépasser la seule notion d'acceptabilité

Les travaux précédents[103] de la Communauté étaient déjà revenus sur la notion d'acceptabilité en soulignant qu'il s'agit d'un processus en 3 étapes : l'acceptabilité a priori, l'acceptation et l'appropriation. Ces étapes structurent les représentations et les intentions d'usage.

L'acceptabilité *a priori* ne garantit cependant ni l'acceptation, ni l'usage réel. Pour comprendre ces derniers, il est nécessaire de se confronter en pratique aux attentes et aux valeurs des différents utilisateurs qui peuvent entrer en conflit. Par exemple, il convient de définir collectivement un niveau de sécurité acceptable et de ne pas limiter totalement la vitesse qui est essentielle pour un service commercial.

Pour ce faire, l'intégration de tous les intervenants dans le service de mobilité autonome est essentielle. Ce constat englobe les passagers de la navette, l'opérateur à bord ou le superviseur, les techniciens pour la maintenance, le gestionnaire du service, les autorités locales, les entreprises, les autres usagers de la voirie, etc.

Les interfaces homme-machine, aussi bien internes qu'externes, permettent et facilitent chaque interaction locale entre les véhicules autonomes et cette diversité d'intervenants. Former et informer ces derniers, en amont et *via* les IHM, devient dès lors un levier central de l'acceptabilité, de l'acceptation et de la confiance dans les véhicules autonomes.

Développer une approche systémique d'un service de mobilité autonome

Ensuite, les différents intervenants dans les ateliers de la Communauté ont souligné que l'élaboration d'un service de mobilité autonome doit inclure et prendre en compte une diversité d'éléments. Pour Ouail Al Maghraoui, l'utilisation d'une navette autonome doit être considérée comme une expérience globale qui regroupe différents attributs. Elle est en effet digitale, ergonomique, émotionnelle, inclusive, relationnelle et doit être aussi accessible, décisionnelle, cognitive.

Selon Ferdinand Monéger, il faut également pour développer de nouveaux usages des véhicules autonomes jouer sur l'ensemble des déterminants de l'activité collective :

- **les déterminants technologiques**, tels que la conception des habitacles, la connectivité au système global, les applications, le *design* ;
- **les déterminants architecturaux** comme la largeur des routes, les dépôts minute, les feux, les caméras, les obstacles, les angles morts ;
- **les déterminants humains** par la formation des utilisateurs du système ;
- **les déterminants organisationnels**, comme un plan de circulation adapté aux flux ou la régulation par les flux ;
- **les déterminants juridiques** pour limiter la variabilité des comportements humains en faisant évoluer le Code de la route.

L'utilisation d'une navette autonome est ainsi une expérience de mobilité complexe à la fois sur les plans technologique, juridique, économique, social et politique. L'association de toutes les parties prenantes à la co-construction du service de mobilité autonome est une condition essentielle pour assurer sa réussite et sa pérennité.

[103] Communauté d'intérêt sur le véhicule autonome, 2021, *Véhicule autonome. D'une approche technologique et urbaine à la mobilité inclusive et durable dans les territoires ?*, Movin'On LAB, rapport 2020-2021, pp 94-100.

Penser un service sans présence humaine à bord

Enfin, les échanges de cette année ont mis l'accent sur le double enjeu technologique et économique pour la mobilité autonome collective que représente la disparition d'un opérateur à bord au profit d'une supervision déportée d'une flotte de véhicules.

Cependant, l'opérateur à bord joue dans les expérimentations actuelles un rôle central dans l'expérience de mobilité pour garantir l'accueil, l'information et la sécurité des passagers d'un véhicule autonome. C'est le cas en particulier des primo-utilisateurs ou des publics spécifiques qui expriment une curiosité et un besoin d'information et de compréhension sur le système de conduite automatisé.

Or, l'expérience du service se transforme radicalement sans opérateur à l'intérieur de la navette autonome. Certains services qui sont intuitifs avec un opérateur à bord deviennent très complexes à assurer lorsqu'il n'y en a plus, comme l'oubli d'un bagage, une chute d'une personne ou bien des dégradations et des vols. L'interaction avec un superviseur à distance doit donc être repensée *via* le *design* du véhicule et des interfaces homme-machine, telles que la commande visuelle ou vocale, pour mettre les passagers en confiance et leur offrir une expérience de mobilité sûr, accessible, confortable et agréable.

LES POINTS À RETENIR :

1. Penser l'intégration d'un service de mobilité autonome dans un territoire ne doit pas se limiter à la seule appréhension de son acceptabilité. Il convient de penser le service de mobilité dans toute son ampleur, avant, pendant et après son utilisation. Le concept d'expérience permet de se doter d'une approche systémique pour appréhender un service de mobilité autonome.

2. Les sciences du *design* visent à rendre utile une nouvelle technologie à ses usagers potentiels. À cette fin, le design doit respecter un principe d'universalité afin que le service soit accessible à tous. Un véhicule autonome doit donc être "designé" comme un objet social complexe, avec une approche centrée sur l'expérience utilisateur.

3. L'automatisation de la conduite nécessite de développer des interfaces homme-machine (IHM) pour faciliter la communication entre les véhicules, leurs passagers et les autres usagers de la route. Elles contribuent à améliorer la sécurité, la confiance et l'acceptabilité de ces solutions. Elles doivent néanmoins tenir compte des caractéristiques spécifiques des territoires de déploiement et de leurs habitants.

4. Au-delà du design du service et du véhicule, la mobilité doit également être pensée comme une compétence. Cela suppose de penser un accompagnement des usagers qui peut passer par de la formation ou de l'éducation à la mobilité. Pour l'heure, les opérateurs de sécurité jouent encore un rôle essentiel dans le processus d'accompagnement des usagers qui utilisent un service de transport autonome. L'enjeu consiste donc à passer à un service sans présence humaine à bord, ce qui modifiera radicalement son organisation et son exploitation.

CHAPITRE 2

BENCHMARK DES EXPÉRIMENTATIONS DE NAVETTES AUTONOMES DANS LE MONDE

La volonté de la Communauté d'intérêt de tester en pratique une solution de mobilité autonome l'a conduite à identifier les expérimentations précédentes et la manière dont ces dernières ont évolué. Un recensement des expérimentations de véhicules autonomes menées en territoire rural avait déjà été réalisé en 2020 lors de la première année de travail.

Les membres de la Communauté ont néanmoins souhaité aller plus loin et recenser l'ensemble des expérimentations de navettes autonomes déjà conduites en France, en Europe et dans le monde (partie 1). La mise en perspective de ces différents déploiements de navettes autonomes dans le temps rend compte de l'évolution des expérimentations, que ce soit en matière d'ambition, de durée ou des types de cas d'usage testés (partie 2).

Un travail de comparaison a également été réalisé avec les expérimentations d'autres services de mobilité autonome partagée, à savoir les robots-taxis développés principalement aux États-Unis et en Chine (partie 3). Ce travail de benchmark permet enfin de mettre en lumière le développement tardif d'une application des solutions de conduite autonome au transport des marchandises (partie 4).



p. 92

PARTIE 1

LE RECENSEMENT DES EXPÉRIMENTATIONS

Les expérimentations en matière de mobilité autonome se sont multipliées depuis le milieu des années 2010. Les benchmarks réalisés jusqu'alors sont néanmoins épars et ne permettent pas réellement de rendre compte de l'évolution des expérimentations de navettes autonomes.

p. 103

PARTIE 2

LES NAVETTES AUTONOMES DANS LE MONDE : CONSTATS ET ENSEIGNEMENTS

Le recensement des expérimentations de navettes autonomes nous a permis d'identifier 459 cas de déploiement de ce type de véhicule dans le monde depuis 1997. Nous avons identifié les principales tendances et quelques constats par rapport à la technologie, la durée des expérimentations, les cas d'usage les plus fréquents et la répartition de ces expérimentations par pays et par continent.

p. 120

PARTIE 3

UNE APPROCHE COMPARATIVE AVEC LES SERVICES DE ROBOTS-TAXIS

Les débats autour de la mobilité autonome sont dominés par la perspective d'un déploiement massif de services de mobilité à la demande basés sur des robots-taxis. Pour autant, la réalité des programmes d'expérimentations portée par ces acteurs reste mal connue. La Communauté d'intérêt a donc choisi de réaliser un panorama des principaux déploiements de robots-taxis conduits aux États-Unis et en Chine.

p. 134

PARTIE 4

LE TRANSPORT AUTONOME DE MARCHANDISES, UN SUJET EN EXPANSION

Les investissements consentis par les acteurs économiques pour le développement de la mobilité autonome posent la question de leur rentabilité. Face à ce constat, les acteurs du secteur tentent de réfléchir au développement de solutions de mobilité autonome pour le fret et la logistique, susceptibles d'être rentabilisées à plus court terme.

✦

LE RECENSEMENT DES EXPÉRIMENTATIONS

Les expérimentations en matière de mobilité autonome se sont multipliées depuis le milieu des années 2010. De nombreuses initiatives ont vu le jour pour tenter de recenser l'ensemble de ces expérimentations afin de constituer une base de connaissances partagées. Les benchmarks réalisés jusqu'alors sont néanmoins épars et ne permettent pas réellement de rendre compte de l'évolution des expérimentations de navettes autonomes.

Au-delà des données qui sont traditionnellement collectées, ces travaux posent la question de la notion de cas d'usage et de la manière dont ces derniers sont définis pour catégoriser les expérimentations recensées. Ce benchmark dresse la liste de l'ensemble des expérimentations de navettes autonomes conduites dans le monde. Ce recensement doit permettre d'analyser à la fois le volume des projets, les acteurs impliqués ou encore l'évolution de la nature même de ces expérimentations.

Les benchmarks existants

L'intérêt croissant pour la mobilité autonome depuis une dizaine d'années a conduit à la réalisation de plusieurs benchmarks sur les expérimentations de navettes autonomes. Ces travaux peinent néanmoins à offrir une vision exhaustive, notamment du fait d'une absence d'actualisation régulière des données. La Communauté a souhaité pallier ce manque en construisant un benchmark, qui sera régulièrement actualisé, pour recenser les évolutions à l'œuvre dans l'expérimentation de navettes autonomes.

Une multiplication des recensements face au *hype*

La nouvelle vague d'intérêt qu'ont suscité les véhicules autonomes depuis le milieu des années 2010 s'est traduite par un effort de recherche significatif pour cartographier les expérimentations et les initiatives dans le domaine. Dans ce cadre, les nouveaux projets qui ont vu le jour ont également cherché à se positionner par rapport aux expérimentations existantes, débouchant sur la réalisation de plusieurs benchmarks.

Certains travaux devaient être actualisés régulièrement pour offrir une vision claire et exhaustive des expérimentations. Néanmoins, un certain recul dans l'intérêt pour les véhicules autonomes a souvent conduit à l'abandon de ces efforts. C'est notamment le cas pour l'ambitieux projet d'Atlas[1] mondial des véhicules autonomes élaboré par Bloomberg et l'Institut Aspen pour cartographier les initiatives de mobilité autonome dans les villes[2].

[1] Ce *Global Atlas of Autonomous Vehicles in Cities* est consultable au Voir https://d1zwuo9w5ygmxm.cloudfront.net.

[2] Bloomberg Philanthropies, 24 October 2016, "Bloomberg Philanthropies and the Aspen Institute Launch First Global Initiative to Help Leading Cities Prepare for the Advent of Autonomous Vehicles", https://www.bloomberg.org/press/bloomberg-philanthropies-aspen-institute-launch-first-global-initiative-help-leading-cities-prepare-advent-autonomous-vehicles/.

Plusieurs types de benchmarks ont ainsi été réalisés pour recenser les expérimentations de mobilité autonome :

- **Les benchmarks scientifiques.** Ces derniers ont été publiés dans des articles scientifiques. Ils sont parfois financés dans le cadre de programmes d'expérimentations, notamment européens, qui s'appuient généralement sur un état de l'art afin d'identifier la spécificité du projet. Les listes complètes des expérimentations recensées ne sont pas toujours disponibles et les articles présentent souvent un travail de synthèse et une analyse limités.
- **Les benchmarks des organes de presse / les études de marché.** Ces derniers ont prolongé l'engouement généré par les véhicules autonomes au milieu des années 2010. Ils visaient à permettre aux personnes intéressées de suivre l'actualité de la mobilité autonome et d'identifier les principaux sites d'expérimentation. Ces initiatives n'ont toutefois pas résisté à la phase de désillusions autour de la mobilité autonome notable depuis le début des années 2020. Certains cabinets de conseil proposent également des études de marché qui recensent les principales expérimentations, mais le coût pour y accéder est très élevé.
- **Les benchmarks institutionnels.** Ils visent à proposer un recensement et une analyse utile à l'ensemble des acteurs de l'écosystème de la mobilité autonome. C'est notamment le cas pour les benchmarks produits par le Cerema[3] en France ou l'Union Internationale des Transports Publics (UITP). Ces benchmarks peuvent être utilisés dans le cadre d'un processus d'acculturation et d'accompagnement d'éventuels commanditaires. C'est par exemple le cas de la démarche France Mobilités qui ne se focalise toutefois pas uniquement sur la mobilité autonome[4].

[3] Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

[4] Voir, https://www.francemobilites.fr/.



Les principaux benchmarks sur la mobilité autonome

Le tableau suivant dresse la liste des principaux benchmarks réalisés pour recenser les expérimentations de mobilité autonome ainsi que leurs principales caractéristiques.

Type	Titre	Date	Nombre d'expérimentations recensées
Benchmark institutionnel	Experiments on autonomous and automated driving[5]	Avril 2015	-
Benchmark scientifique	Benchmark des expérimentations de véhicules autonomes et connectés[6]	Août 2017	106
Benchmark organes de presse	Global Atlas of Autonomous Vehicles in Cities[7]	2017	-
Benchmark scientifique	State of the Art of Automated Buses[8]	Août 2018	51
Benchmark institutionnel	Les expérimentations de véhicules autonomes. Cadre réglementaire, parangonnage et perspectives servicielles[9]	Mars 2020	86
Benchmark scientifique	Autonomous shuttle bus for public transportation: A review[10]	Juin 2020	56
Benchmark scientifique	A synthesis and comparison of American automated shuttle pilot projects[11]	Septembre 2020	19
Benchmark scientifique	Automated buses in Europe. An inventory of pilots[12]	Mars 2021	118
Benchmark scientifique	Autonomous shuttles for collective transport: a worldwide benchmark[14]	2021	176
Benchmark institutionnel	Benchmark des expérimentations à vocation servicielle actives en 2021[15]	Février 2022	21

[5] HOTTENTOT, C., MEINES, V., PINCKAERS, M., avril 2015, « Experiments on autonomous and automated driving : an overview 2015"

[6] CHARLET, M., CHAUFREIN, M., 21/08/2017, "Benchmark des expérimentations de véhicules autonomes et connectés », Projet TEVAC WP1

[7] Bloomberg Philanthropies, 7 January 2017, "Five More Cities Join Bloomberg Philanthropies and the Aspen Institute's Global Initiative on Autonomous Vehicles"

[8] ICLODEAN, C., CORDOS, N., & VARGA, B.O, June 2020, "Autonomous Shuttle Bus for Public Transportation: A Review", Energies, vol. 13

[9] ALIAGA, A., février 2022, « Benchmark des expérimentations à vocation servicielle actives en 2021 », Cerema

[10] HAQUE, A., BRAKEWOOD, C., September 2020, "A synthesis and comparison of American automated shuttle pilot projects", Case Studies on Transport Policy, vol. 8, n° 3, pp. 928-937.

Origine et objectifs	Commentaires
Financé par la Fédération Internationale de l'Automobile (FIA) et l'ANWB, une association néerlandaise dédiée à la mobilité.	Présente les initiatives des principaux pays en matière de mobilité autonome.
Mené dans le cadre du projet TEVAC de MOV'EO soutenu par les Régions Île-de-France et Normandie et par l'ADEME.	Établit un état de l'art des expérimentations dans le monde. Pas de prise en compte des démonstrations.
Financé par l'organisation philanthropique du groupe Bloomberg et l'Institut Aspen. Projet abandonné, le site n'est plus mis à jour.	Recense aussi bien les expérimentations de navettes autonomes que les expérimentations de robots-taxis.
Réalisé dans le cadre du projet d'expérimentations Sohjoa-Baltic, financé par l'Union européenne.	Article scientifique présentant les principales expérimentations de navettes autonomes dans le monde et proposant un état de l'art générique du sujet.
Rapport du Cerema sur les expérimentations de véhicules autonomes pour le transport de passagers en 2018 et 2019	Recense les expérimentations en France, en Europe et dans le monde en les distinguant selon leurs cas d'usage. Le rapport présente aussi le contexte réglementaire dans chaque pays.
Étude de chercheurs roumains de l'université Cluj-Napoca.	Article de synthèse sur les différents enjeux, techniques, économiques et sociaux, des navettes autonomes.
Étude de chercheurs américains de l'université du Tennessee, Knoxville.	Benchmark des expérimentations de navettes autonomes aux États-Unis. À partir d'un travail de recensement, il identifie six expérimentations majeures pour les comparer selon trois dimensions : les sites de déploiement, les caractéristiques du service (vitesse, longueur du trajet, type de cas d'usage, etc.), et les parties prenantes.
Réalisé dans le cadre du projet Autobus, financé par le Conseil de la recherche de Norvège[13].	Basé sur la compilation des recensements déjà réalisés. Complété avec l'identification des expérimentations conduites par les deux principaux fabricants de navettes autonomes, Navya et EasyMile.
Réalisé dans le cadre du projet européen d'expérimentations AVENUE, mis en place et financé par le programme européen de recherche et d'innovation H2020.	Analyse de l'évolution des expérimentations de navettes autonomes dans le monde et de leurs caractéristiques.
Focalisé sur les expérimentations destinées à assurer un service de transport de passagers actives en France en 2021.	Complète et actualise le benchmark précédent réalisé en 2020.

[11] ALIAGA, A., mars 2020, « Les expérimentations de véhicules autonomes. Cadre réglementaire, parangonnage et perspectives servicielles », Rapport, Cerema Centre-Est

[12] HAGENZIEKER, M., BOERSMA, R., NUÑEZ VELASCO, P., OZTURKER, M., ZUBIN, I., & HEIKOOP, D., 2021, "Automated buses in Europe. An Inventory of pilots: final version", Delft University of Technology,

[13] Voir Autobus : Self-driving buses

[14] ANTONIALLI, F., 2021, « Autonomous shuttles for collective transport: a worldwide benchmark", Automotive Technology and Management, vol. 21, n°1/2, AINSALU, J., ARFFMAN, V., BELLONE, M., ELLNER, M., HAAPAMÄKI, T., HAAVISTO, N., JOSEFSON, E., ISMAILOGULLARI, A., LEE, B., MADLAND, O., MADŽULIS, R., MÜÜR, J., MÄKINEN, S., NOUSIAINEN, V., PILLI-SIHVOLA, E., RUTANEN, E., SAHALA, S., SCHØNFELDT, B., SMOLNICKI, P.M., SOE, R.-M., SÄÄSKI, J., SZYMAŃSKA, M.,VASKINN, I., & ÅMAN, M., 2018, "State of the Art of Automated Buses", Sustainability, vol. 10

[15] HAGENZIEKER, M., BOERSMA, R., NUÑEZ VELASCO, P., OZTURKER, M., ZUBIN, I., & HEIKOOP, D., 2021, "Automated buses in Europe. An Inventory of pilots: final version", Delft University of Technology,

Des exercices qui peinent à saisir une réalité foisonnante

Les résultats produits par ces différents benchmarks présentent des limites. Tout d'abord, ces derniers reposent rarement sur une analyse exhaustive. Les résultats sont fréquemment illustratifs et présentent les cas les plus représentatifs des expérimentations de mobilité autonome.

Autre limite, ces benchmarks n'ont souvent pas été mis à jour au-delà de 2021. Ils n'offrent donc qu'une vision parcellaire des expérimentations conduites jusqu'à maintenant et des tendances à l'œuvre en matière d'expérimentation.

En outre, la réalisation de ces benchmarks se base souvent sur le croisement de variables différentes qui visent à décrire les expérimentations de véhicules autonomes, mais peinent à présenter la diversité des projets menés et les acteurs impliqués dans ces derniers.

Ces différents benchmarks conduisent leurs auteurs à tenter de catégoriser les expérimentations recensées, que ce soit en fonction du lieu où elles se sont déroulées, du matériel roulant utilisé ou du cas d'usage testé. La comparaison de ces différents benchmarks permet par ailleurs de mettre en évidence de vraies divergences dans la manière de considérer la notion de cas d'usage.

Le cas d'usage, une notion en débat

La définition des cas d'usage de la mobilité autonome pose question. Certains auteurs préfèrent renoncer à proposer une classification des cas d'usage pour se contenter de décrire le parcours retenu pour chaque expérimentation sans chercher à les catégoriser[16]. Le développement des réflexions sur les véhicules autonomes et des expérimentations a néanmoins conduit à préciser les cas d'usage potentiels pour la mobilité autonome. Qu'il s'agisse de chercheurs ou des acteurs de la filière, les auteurs de ces travaux ont progressivement clarifié la notion de cas d'usage afin de couvrir au mieux les opportunités de service offertes par la mise en place d'un système de navettes autonomes.

Les cas d'usage des navettes autonomes pour la recherche

Dans son article de comparaison des expérimentations de navettes autonomes dans le monde, Fabio Antonialli fait le choix de distinguer deux cas d'usages principaux[17]: les services de microtransit et les services de mobilité à la demande. Il différencie ensuite plus finement les services de mobilité à la demande et ceux qui renvoient à la simple automatisation de lignes de transport en commun classiques. Il distingue également les services proposés sur route ouverte et ceux sur site fermé. Le croisement de ces différentes composantes lui permet d'identifier ainsi huit cas d'usage :

- Premier/dernier kilomètre en ligne régulière en voie réservée ;
- Premier/dernier kilomètre en ligne régulière sur route ouverte ;
- Microtransit en ligne régulière en voie réservée ;
- Microtransit en ligne régulière sur route ouverte ;
- Premier/dernier kilomètre à la demande en voie réservée ;
- Premier/dernier kilomètre à la demande sur route ouverte ;
- Microtransit à la demande en voie réservée ;
- Microtransit à la demande sur route ouverte.

[16] HAGENZIEKER, M., BOERSMA, R., NUÑEZ VELASCO, P., OZTURKER, M., ZUBIN, I., & HEIKOOP, D., 2021, "Automated buses in Europe. An Inventory of pilots: final version", Delft University of Technology, https://pure.tudelft.nl/ws/portalfiles/portal/110993497/Hagenziekeretal2021AutomatedBusesinEuropeAnInventoryofPilots_FinalReport.pdf.

[17] ANTONIALLI, F., 2021, "Autonomous shuttles for collective transport: a worldwide benchmark", *Automotive Technology and Management*, vol. 21, n°1/2, http://www.inderscience.com/storage/f941068511371221.pdf.



Dans un autre travail de recensement des expérimentations de véhicules autonomes[18], le Cerema a pour sa part identifié quatre grands cas d'usage. Ces cas sont les suivants :

1. **La desserte de grands sites :** ce cas d'usage renvoie à l'utilisation de solutions de mobilité autonome pour la desserte d'un site précis. Le Cerema précise que cela peut concerner des sites fermés, par exemple des hôpitaux, des aéroports, des campus universitaires ou des sites industriels, ou bien des sites ouverts comme des zones touristiques ou encore des zones d'activités. Dès lors, les expérimentations peuvent se dérouler sur des routes ouvertes, sur des voies réservées ou encore sur des zones piétonnes. Les distances parcourues dans le cadre de ce cas d'usage sont relativement faibles et la capacité d'accueil des véhicules utilisés reste souvent limitée.

2. **La desserte du premier ou du dernier kilomètre :** ce cas d'usage concerne l'utilisation de véhicules autonomes pour favoriser le rabattement des habitants vers des hubs de mobilité qui permettent d'accéder au réseau de transports lourds, par exemple une gare, une station de métro ou de tramway, ou un aéroport. Ce type de cas d'usage vise à assurer une desserte plus fine de territoires souvent mal desservis par des solutions de transports en commun. Les distances parcourues restent faibles.

3. **La desserte de zones peu denses :** ce cas d'usage consiste à proposer des solutions de mobilité adaptées pour des territoires où la demande est faible et/ou l'offre de transport public est quasiment inexistante. La mobilité autonome partagée, que ce soit les robots-taxis ou bien les navettes autonomes, pourrait permettre d'offrir une solution de mobilité à ces territoires.

4. **La desserte de liaison :** ce cas d'usage se rapproche de l'automatisation d'une ligne de transport public classique, de bus ou de métro. Il s'agit d'utiliser un véhicule autonome pour réaliser l'automatisation de la ligne en question et accroître la capacité et la fréquence de transport entre deux points, par exemple entre deux hubs de mobilité. Ce type de cas d'usage peut également permettre de mettre en place des solutions de mobilité sur de nouvelles lignes, non-couvertes jusque-là car jugées peu rentables ou efficientes avec des moyens de transport classiques.

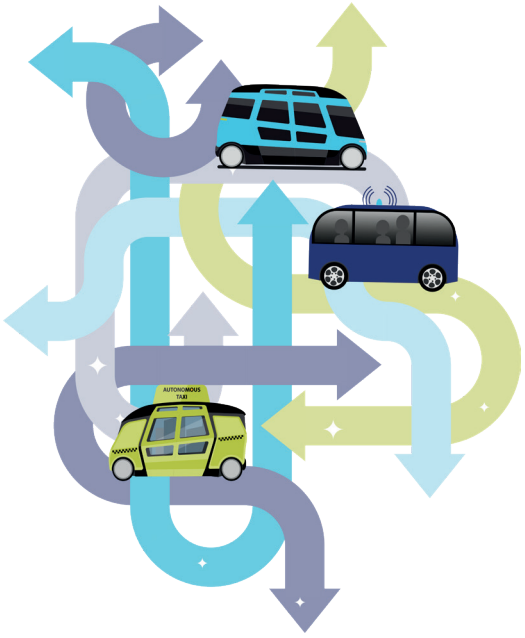
[18] ALIAGA, A., mars 2020, « Les expérimentations de véhicules autonomes. Cadre réglementaire, parangonnage et perspectives servicielles », Rapport, Cerema Centre-Est, https://www.cerema.fr/system/files/documents/2020/07/20200326_cerema_benchmark_experimentations_cadre_reglementaire_va_vf2.pdf.

Les cas d'usage de l'UITP

Face à l'accélération des réflexions et des expérimentations autour de la mobilité autonome, l'Union Internationale des Transports Publics (UITP) a lancé en mars 2018 le programme Shared Personalised Automated Connected vehicules (SPACE)[19]. Ce programme s'est conclu en septembre 2021. Il visait à placer la problématique des transports publics au cœur de la révolution de la mobilité autonome. Il a réuni 57 partenaires, notamment des opérateurs de mobilité, dans plus de vingt pays.

L'un des objectifs majeurs de ce programme consistait à identifier les cas d'usage pertinents pour encourager le recours à des véhicules autonomes dans le cadre des services de transport public[20]. Dans cette perspective, treize cas d'usage potentiels pour les véhicules autonomes ont été identifiés :

1. **Premier / dernier kilomètre pour alimenter un hub de mobilité :** cible des usagers exclus des transports publics pour leur permettre de rejoindre les réseaux de transport massifiés ;
2. **Desserte de zone pour alimenter les transports publics :** un service de mobilité à la demande sur une zone géographique donnée ;
3. **Service de mobilité partagée point à point premium :** un service haut de gamme pour des publics spécifiques, notamment avec un accompagnement à bord ;
4. **Service de mobilité partagée point à point :** un service à la demande lorsque la demande est faible, du fait de l'heure ou du territoire desservi ;
5. **Service de bus local :** ce cas d'usage renvoie à l'automatisation d'une ligne de bus existante ;
6. **Services spéciaux (campus, zone d'activité, hôpital) :** un service de transport partagé sur des sites fermés pour améliorer leur desserte ;
7. **Bus de transport rapide (BRT) :** un service de transport rapide proposant une capacité de transport et une fréquence de passage importantes ;
8. **Bus scolaire :** un service de mobilité point à point destiné à desservir les écoles ou les universités ;
9. **Service premium de robot-taxis :** un service de taxis à la demande destiné à de petits groupes de voyageurs ;
10. **Autopartage :** un service de mobilité basé sur une réservation pour un laps de temps donné ;
11. **Dépôt :** une gestion optimisée et automatisée de flottes de véhicules dans les dépôts ;
12. **Voyage inter-cités :** transport longue distance entre grandes villes qui emprunte notamment les autoroutes ;
13. **Service de navettes pop-up :** un service de mobilité temporaire mis en place à l'occasion de l'organisation d'un événement occasionnel.



[19] Voir, https://space.uitp.org/.

[20] UITP, septembre 2021, « How to place public transport at the centre of the automated vehicle revolution", SPACE Project, https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2021/10/Project-Brief-SPACE_OCT12021.pdf.

Les cas d'usage du STPA

Dans le cadre des travaux conduits par le comité « Système de transport public autonome » (STPA), initié au sein de la démarche gouvernementale France Véhicules Autonomes, les acteurs de l'écosystème français se sont quant à eux accordés sur neuf cas d'usage répartis en quatre grandes catégories proches de celles déjà identifiées par le Cerema. Ces cas d'usages sont les suivants :

Desserte fine	1. Sites privés (entreprises, campus, zones d'activités, zones aéroportuaires, parcs d'attractions, lieux touristiques, parcs…)
	2. Premiers et derniers kms (à partir ou vers des hubs de transport public)
	3. Site public (quartier, zone commerciale, zone piétonne…) en urbain et péri-urbain
Pôle à pôle	4. Desserte à haut niveau de service (type BHNS ou TCSP[21])
	5. Reconversion d'anciennes lignes ferroviaires
	6. Périurbain et rural
	7. Services de mobilité « éphémères » pour des événements sportifs, culturels, etc.
Automatisation lignes de bus	8. Ligne de bus existante
	9. Extension horaire et fréquence (type transport à la demande, service de nuit…)

La classification établie par le comité STPA fait office de référence dans l'écosystème de la mobilité autonome en France. Par conséquent, la Communauté s'est appuyée sur cette classification dans le cadre de la réalisation du benchmark des expérimentations de navettes autonomes dans le monde.

Cette catégorisation présente néanmoins elle-même certaines limites pour classer les expérimentations. C'est notamment le cas pour le groupe de cas d'usage « pôle à pôle ». De nombreuses expérimentations conduites avec des navettes autonomes se sont basées sur la création d'une ligne de transport public pour effectuer la liaison entre deux sites mal desservis, en ville ou à la campagne. Or, il apparaît que ce cas d'usage n'est pas réellement représenté dans cette classification dans la mesure où la création de ligne ne s'apparente pas à l'automatisation d'une ligne existante ou à l'extension horaire d'un service préalable.

Ce cas d'usage particulier constitue plutôt une extension de la couverture d'un réseau de transport public et peine donc à trouver sa place dans la classification utilisée par le STPA. Face à cette difficulté, la Communauté a fait le choix d'élargir le cas d'usage 9 pour qu'il couvre également la création d'une nouvelle ligne de transport public.

L'ensemble de ces travaux sur les expérimentations de véhicules autonomes illustrent en tout cas un raffinement progressif de l'appréhension de la notion de cas d'usage. Elle joue un rôle central dans la mesure où elle se trouve à l'intersection de deux paramètres clés pour le déploiement de la mobilité autonome : la demande et le modèle économique associé au développement d'un service de transport autonome.

[21] BHNS est l'acronyme de bus à haut niveau de service, et TCSP de transport collectif en site propre.



La construction du benchmark

Ce benchmark des expérimentations de navettes autonomes vise à recenser et à comprendre l'évolution du contenu et du rôle de ces expérimentations dans le développement de la mobilité autonome. Contrairement aux travaux mentionnés précédemment, la réalisation de ce benchmark s'appuie sur deux ambitions :

- disposer d'une vision globale des expérimentations de navettes autonomes conduites partout dans le monde ;
- proposer une vision dynamique et évolutive du format de ces expérimentations au cours du temps et dans l'espace.

Ces deux objectifs ont motivé la Communauté à élaborer un benchmark qui cherche à être le plus complet possible.

Les sources du benchmark

Cette recherche d'exhaustivité a conduit la Communauté d'intérêt à mobiliser cinq sources d'informations principales pour constituer et alimenter ce benchmark :

- la recension des benchmarks existants ;
- les travaux de synthèse et d'analyse des programmes d'expérimentations des États ;
- les travaux de synthèse et d'analyse des grands programmes français et européens d'expérimentation de mobilité autonome (EVRA, SHOW, AVENUE, etc.)
- les annonces publiques des fabricants de navettes et de certains opérateurs de mobilité impliqués dans ces expérimentations ;
- l'observatoire de la mobilité autonome tenu par la Communauté.

Les données collectées ont permis de recenser un grand nombre d'expérimentations de navettes autonomes mises en œuvre ou annoncées avant le mois de décembre 2022. Malgré cette volonté d'exhaustivité, certaines expérimentations pourraient être absentes de ce benchmark. Ce dernier sera donc régulièrement mis à jour pour amender les caractéristiques de certains projets ou pour en ajouter de nouvelles qui auraient été oubliées ou seront annoncées après décembre 2022.

AIDEZ-NOUS
À COMPLÉTER CE BENCHMARK !

QR code pour accéder au benchmark

QR code pour proposer de nouvelles expérimentations

Vous avez noté une erreur dans les informations affichées à propos d'une expérimentation ? Vous souhaitez ajouter une expérimentation qui aurait été oubliée ? Vous souhaitez nous faire part d'un projet d'expérimentation ou de pilote de service de mobilité autonome sur le point d'être lancé ? Contactez-nous et nous nous chargerons de l'actualisation de ce benchmark.





Les dimensions de l'analyse

Ce benchmark vise également à catégoriser les expérimentations de navettes autonomes en fonction de plusieurs dimensions. Il propose donc une analyse de leur évolution en fonction des variables suivantes :

- **Le lieu de déploiement.** Il permet de classer les expérimentations en fonction du pays et des villes dans lesquelles elles se déroulent. Cette variable sert également à identifier plus finement le type de site et la densité du territoire en question.
- **Le type de véhicule.** Il s'agit ici de cartographier les expérimentations réalisées par les différents constructeurs de navettes autonomes, mais également de considérer le nombre de véhicules impliqués dans chaque projet.
- **La durée.** L'objectif est de classifier les expérimentations en fonction de leur durée. Les données recensées concernent uniquement les périodes de roulage et ne couvrent pas l'ensemble des travaux préparatoires nécessaires au déploiement en condition réelle.
- **Le cas d'usage.** Le benchmark recense les cas d'usage qui ont été testés dans le cadre des expérimentations et la manière dont ces derniers ont évolué. La définition des cas d'usage retenus s'est basée sur la liste de ceux définis dans le cadre du comité STPA de France Véhicules Autonomes.

Le croisement de ces différentes variables doit permettre *in fine* de rendre compte des évolutions à l'œuvre pour les expérimentations de navettes autonomes conduites dans le monde.

Une perspective comparative avec les expérimentations de robots-taxis

Les échanges entre les membres autour de la préparation de ce benchmark lors du cinquième Conseil d'orientation[22] ont mis en exergue la nécessité de ne pas se focaliser uniquement sur les expérimentations de navettes autonomes à proprement parler, même si elles constituent l'axe privilégié par la Communauté d'intérêt depuis sa création.

Pour ce faire, un travail exploratoire a également été mené sur l'évolution des expérimentations et des services de robots-taxis proposés aux États-Unis et en Chine, les deux leaders mondiaux dans le déploiement de ce type de solution de mobilité autonome. Il s'agit ainsi de mettre en perspective les résultats produits par les expérimentations, d'une part, de systèmes de transport collectifs de type navettes ou bus autonomes et, d'autre part, de systèmes de transport partagés basés sur des véhicules individuels de type robots-taxis.

[22] Conseil d'orientation 5, 05/10/2022.



✦

LES NAVETTES AUTONOMES DANS LE MONDE : CONSTATS ET ENSEIGNEMENTS

Le recensement des expérimentations de navettes autonomes nous a permis d'identifier 459 cas de déploiement de ce type de véhicule dans le monde depuis 1997. Cependant, 31 cas correspondent à des démonstrations sur une seule journée d'une ou plusieurs navettes. Le choix a donc été fait de concentrer l'analyse du benchmark sur les 428 expérimentations de navettes autonomes ayant une durée de déploiement supérieure à un jour.


BVG
18
TAXI
EASY MILE
B PA 8029
Eingang Haus I
B PA 2581



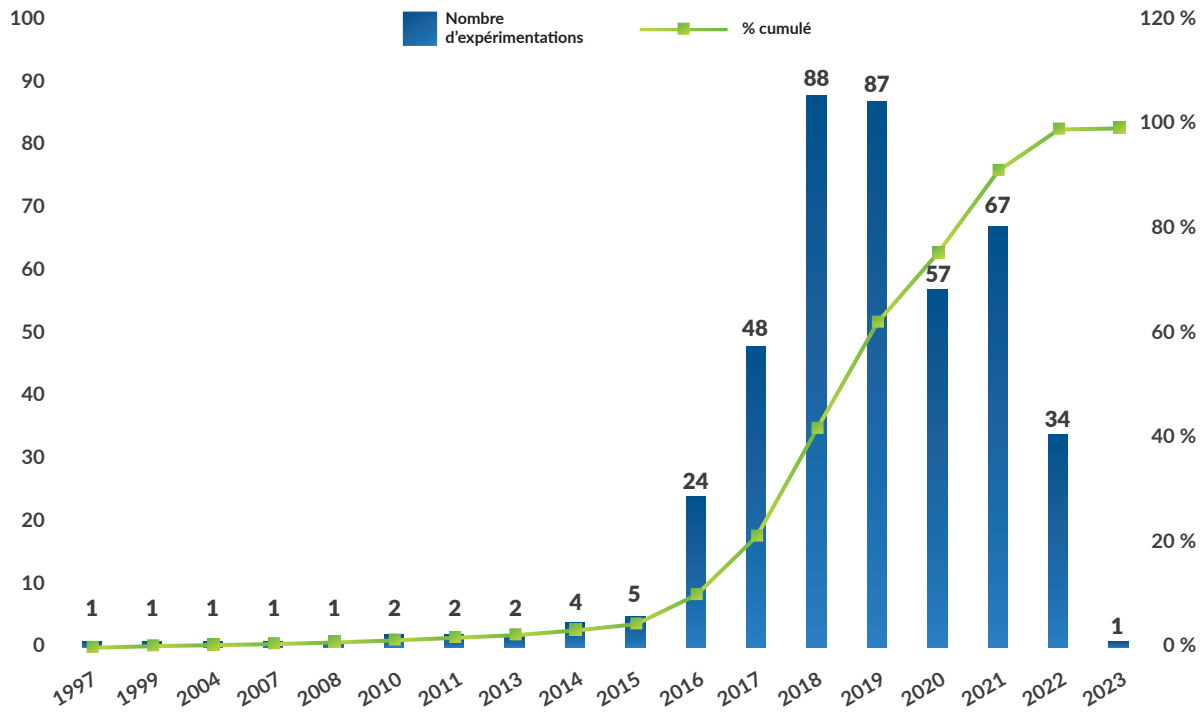
À partir de l'échantillon de 428 expérimentations, nous avons identifié les principales tendances et quelques constats par rapport à la technologie, la durée des expérimentations, les cas d'usage les plus fréquents et la répartition de ces expérimentations par pays et par continent.

Le recensement montre une claire augmentation du nombre d'expérimentations à partir de 2016 et une multiplication des acteurs impliqués. Les résultats soulignent aussi que de plus en plus de pays mettent en place des expérimentations de navettes autonomes, que le nombre de fabricants augmente et qu'il y a une légère pérennisation des projets. Ces expérimentations reposent sur des avancées technologiques, petites mais constantes, à travers la mise à jour permanente des modèles de navettes les plus importants.

Dans le graphique ci-contre, nous pouvons observer en détail la répartition des nouvelles expérimentations de navettes autonomes dans le monde entre 1997 et 2022. Plusieurs constats ressortent.

- Le graphique confirme d'abord que, malgré l'ancienneté de la technologie, les projets d'expérimentations se sont multipliés dans la deuxième partie de la décennie de 2010, avec un point d'inflexion en 2015 et une croissance exponentielle jusqu'en 2018. Ainsi, en 2016, 24 nouvelles expérimentations de navettes autonomes ont été lancées, en comparaison à 2015, année où il n'y avait eu que 5 nouvelles expérimentations de navettes autonomes.
- 2018 a été l'année du plus grand nombre de lancements de navettes autonomes avec un total de 88 nouvelles expérimentations à la fin de cette année, soit 40 expérimentations de plus que l'année précédente. L'année 2018 marque aussi un point d'inflexion puisqu'une diminution du nombre de nouvelles expérimentations est notable à partir de cette date.
- La répartition laisse enfin à penser que, pendant les années 2020 et 2021, les projets d'expérimentations de navettes autonomes ont subi des retards ou des annulations liées à la crise sanitaire et économique causée par le Covid19. Cet effet post pandémie perdure aujourd'hui.

Nouvelles expérimentations de navette autonome par année de début et pourcentage cumulé des expérimentations



Source : benchmark des expérimentations de navettes autonomes, Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, décembre 2022.
Échantillon : 426 expérimentations dont l'année de commencement est connue.
Légende : les barres représentent le nombre d'expérimentations qui ont commencé chaque année, tandis que la ligne représente le pourcentage cumulé des expérimentations.
Lecture : jusqu'à 2015, le nombre des expérimentations cumulées était de 5 %, en 2017 la fréquence cumulée est passée à 22 %, en 2018 à 42 % et en 2019 à 62 %. En 2023, nous arrivons à 100 % de notre répartition.

La chute du nombre de nouvelles expérimentations en 2022 interroge sur trois scenarios :

- D'une part, la diminution du nombre d'expérimentations recensées dans la période 2020-2022 pourrait être liée à la crise sanitaire. Elle s'est traduite par un ralentissement des investissements et par un accroissement des contraintes obligatoires liées à l'application des restrictions sanitaires (cloison avec le conducteur, nombre réduit de places, hygiène du véhicule, etc.). La crise a fragilisé beaucoup d'acteurs, tels que le fabricant américain de navettes Local Motors qui a cessé ses activités en 2022.
- D'autre part, il est possible que les expérimentations de navettes autonomes aient connu une stagnation au cours des dernières années à cause du ralentissement technologique ou d'un moindre intérêt politique ou stratégique pour cette solution innovante de mobilité. Selon ce scénario, il serait nécessaire de repenser l'ancrage de la navette autonome dans les écosystèmes locaux de mobilité, comme le propose la Communauté (voir le chapitre suivant).
- Enfin, il est possible que le nombre de nouvelles expérimentations soit plus faible, mais que celles-ci durent plus longtemps. On passe ainsi d'une logique d'expérimentation au déploiement de pilotes de service ou de services.

Dans les sections suivantes, nous essayons de répondre à ces questions en passant en revue les quatre principales variables d'analyse retenues (lieu de déploiement, type de véhicule, durée et cas d'usage) pour dresser un panorama précis des expérimentations de navettes autonomes dans le monde.



Le lieu de déploiement : l'Europe au centre des expérimentations de navettes autonomes

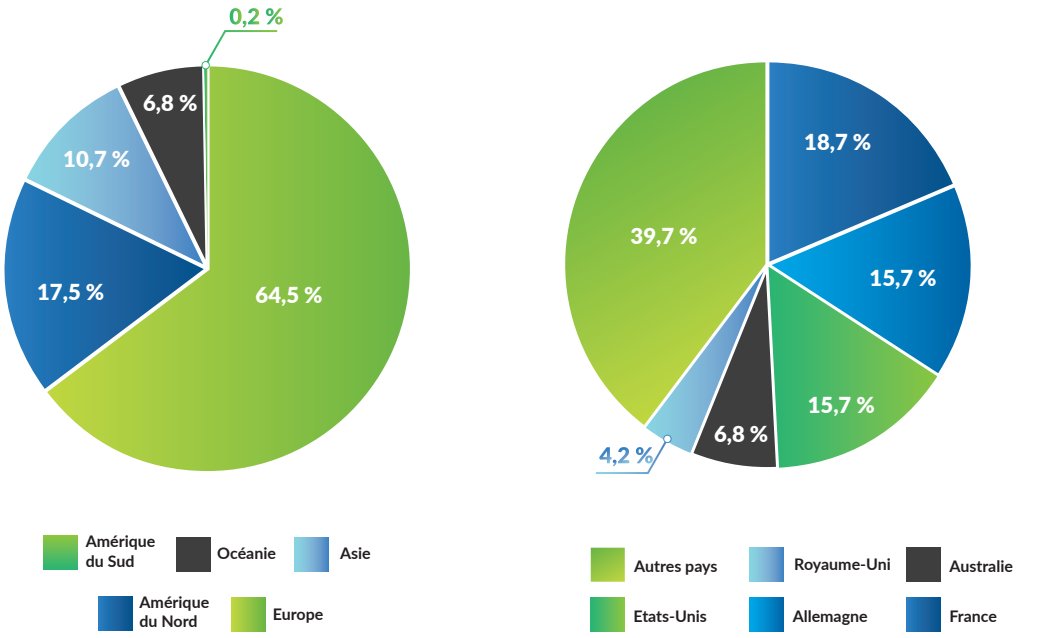
La localisation des déploiements de navettes autonomes dans le monde a permis de constater que l'Europe est le centre géographique des tests de ces véhicules en concentrant 65 % du total des expérimentations.

Le graphique suivant présente le détail de la répartition des lieux dans lesquels se déroulent les 428 expérimentations identifiées. Ces résultats confirment la volonté des acteurs européens de positionner le véhicule autonome comme une solution de mobilité collective, à la différence des États-Unis et de la Chine où la technologie de conduite autonome a été principalement utilisée pour le développement de services de robots-taxis.

L'effort de recherche européen dans ce domaine est structuré autour de grands programmes d'expérimentations, à savoir CityMobil & CityMobil2, Fabulous, AVENUE ou encore SHOW et ULTIMO. Ils représentent ensemble 23 % du total des 237 expérimentations dont le nom du projet est connu, confirmant l'orientation des politiques européennes vers le développement et l'usage de la navette autonome.

Concernant la répartition par pays, la France et l'Allemagne représentent 19 % et 16 % des expérimentations totales. Elles représentent les deux premiers pays par nombre d'expérimentations des navettes autonomes dans la période analysée. Les États-Unis sont le troisième pays avec 15 % du total de l'échantillon. Cette troisième place confirme l'intérêt historique de ce pays pour le déploiement, le test et l'application des nouvelles technologies. L'Australie arrive en quatrième position avec un total de dix projets de navettes autonomes menés par des acteurs publics, des universités et des développeurs de solutions technologiques.

Répartition des expérimentations de navette autonome par continent et par pays



Source : benchmark des expérimentations de navettes autonomes, Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, décembre 2022.
Échantillon : 428 expérimentations recensées entre 1997 et 2023.
Lecture : les aires du graphique sont proportionnelles au poids de chaque continent ou chaque pays. L'Europe représente 65 % des expérimentations de navettes autonomes et la France compte pour 18 % des expérimentations.

À ce jour, 31 expérimentations sont actuellement en cours dont 81 % en Europe, 16 % en Asie et 3 % aux États-Unis. Ces résultats présentent des perspectives pour l'avenir des expérimentations de navettes autonomes, avec des projets qui se multiplient principalement en Europe et avec une augmentation du nombre de pays intéressés par cette technologie et qui la testent dans le cadre de services de mobilité complémentaires aux transports publics existants.

Le type de véhicule : deux acteurs français leaders du marché des navettes autonomes

Concernant les fournisseurs de navettes autonomes, deux acteurs se démarquent. En effet, les entreprises françaises Navya et EasyMile contribuent à 66 % des projets recensés, avec leurs navettes autonomes ARMA et EZ10.

Les dix premiers fournisseurs de navettes autonomes identifiés participent à 81 % des projets recensés dans le benchmark. L'entreprise américaine Local Motors arrive en troisième place avec sa navette Olli et une participation à 17 projets, soit 4 % de l'échantillon. Il convient toutefois de noter que Local Motors a cessé ses opérations en janvier 2022.

La distribution des fournisseurs de navettes autonomes montre également que l'Europe est le continent leader en la matière. En effet, 75 % des expérimentations ont un fabricant européen. Outre la France qui domine très largement le marché avec ses deux fournisseurs de navettes autonomes, d'autres pays tels que les Pays-Bas, la Finlande, le Royaume-Uni et l'Allemagne ont une participation très importante au marché des navettes.

Caractéristiques des deux leaders français des navettes autonomes

Nom	Date de création	Date de levées de fonds	Montants des levées de fonds	Levée de fonds totale	Partenaires	Lieu	Navettes	Nombre d'employés
EASY MILE	2014	Mai 2015	1,6 million € (subvention)	75,5 millions €	Alstom / BPI France / Continental	Toulouse, France	Navette EZ10 (2e et 3e générations)	260
		Janvier 2017	14 millions € (Alstom / Continental)					
		Septembre 2018	6,5 millions € (Alstom, BPI France, Continental)					
		Avril 2021	55 millions € (Alstom, BPI France, Continental, etc.)					
navya self-driving made real	2014	Février 2016	4,1 millions € (BPI France, etc.)	44,2 millions €	Keolis / Transdev	Villeurbanne, France	Navettes ARMA / EVO	280
		Novembre 2016	4,1 millions €					
		Avril 2018	2 tranches de 15 millions € (IPO Banque européenne d'investissement)					
		Juillet 2022	1 ligne de crédit allant jusqu'à 36 millions € (Post IPO convertible)					

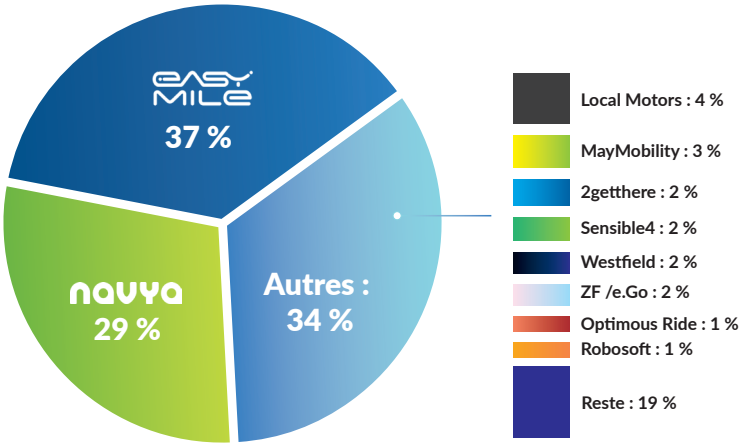
Source : BPI France 2022.

Outre ces trois types de navettes (EasyMile/EZ10, Navya/Arma-Evo, Local Motors/Olli), le benchmark met en avant d'autres modèles de navettes autonomes qui sont fréquemment utilisés pour les expérimentations, tels que ParkShuttle de 2getthere, GACHA de Sensible4, AutoPod ou AutoShuttle, MillaPod ou encore les véhicules E4 et E6 de Optimous ride.

En parallèle des fabricants de navettes professionnels, d'autres acteurs ressortent, notamment des universités ou des centres de recherche tels que l'Institut Pascal de l'Université Clermont Auvergne (UCA), l'Inria ou les Universités de Genève et d'Athènes qui déploient leurs propres navettes pour les expérimentations. Ces prototypes utilisés à des fins de recherche sont parfois très similaires aux navettes vendues par les fabricants. C'est le cas par exemple de la navette développée par l'Institut Pascal qui emploie la même plateforme véhicule développée par l'entreprise Ligier que la navette EZ10 d'EasyMile.

La répartition géographique des expérimentations et des fabricants de navettes autonomes prouve l'autonomie et les avancées de l'Europe en la matière. Ce continent concentre le plus grand nombre d'expérimentations et abrite les deux fabricants de navettes les plus impliqués dans les projets recensés. Cette autonomie soulève néanmoins des enjeux en matière de dépendance vis-à-vis des deux « navettistes » français et d'un éventuel manque de transfert technologique qui pourrait ralentir le développement du secteur.

Répartition des fabricants de navettes autonomes recensés



Source : benchmark des expérimentations de navettes autonomes, Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, décembre 2022.
Échantillon : 428 expérimentations et 62 fabricants.
Lecture : chaque aire est proportionnelle à la participation du fabriquant aux projets identifiés. La catégorie autre est décomposé dans le graphique à droite. Par exemple, Sensible4 participe au marché à hauteur de 2 %.

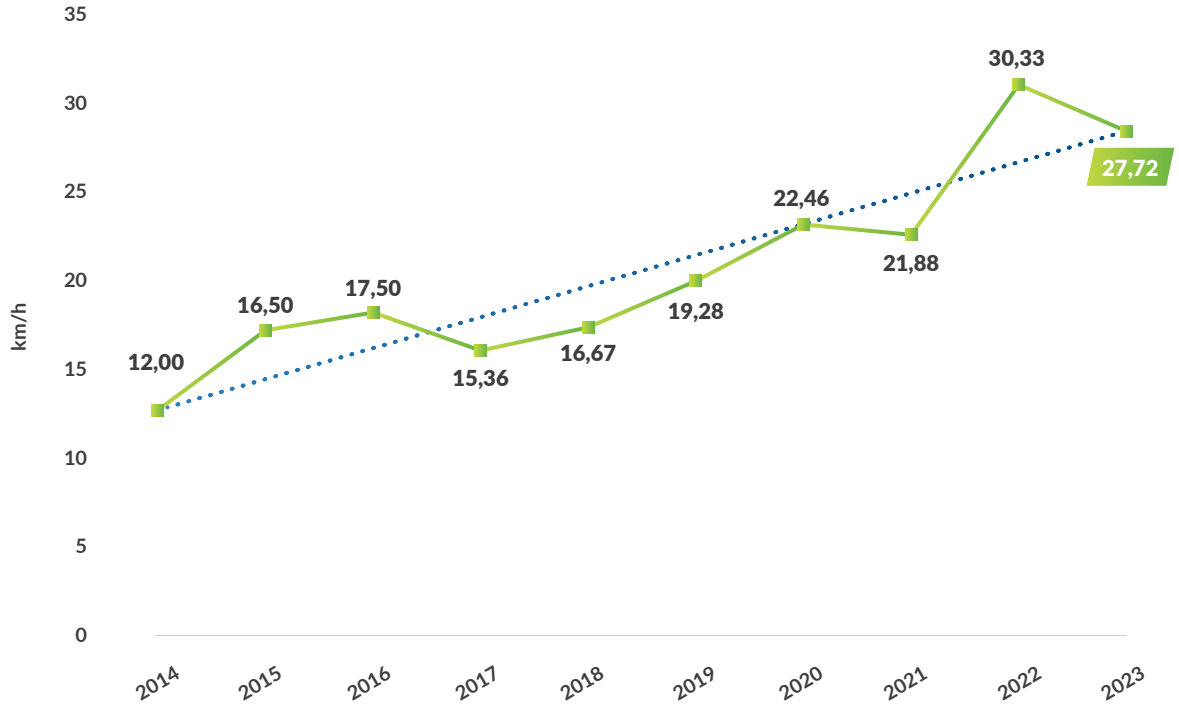
Au-delà du nombre et de la distribution des fabricants de navettes autonomes, nous nous sommes interrogés sur l'évolution de la technologie au fil des années, notamment en termes de vitesse de roulage, de type de voie de circulation sur route ouverte ou voie dédiée et du nombre de navettes testées dans chaque projet.

La vitesse moyenne de roulage sur route ouverte

Concernant l'évolution de la vitesse sur route ouverte, le graphique 4 ci-dessous montre une forte augmentation de la vitesse de roulage, exprimée en kilomètres par heure, tout au long de la période 2014-2022, avec un taux de variation de 153 % entre ces deux années. À partir de la tendance linéaire du graphique, il est possible de s'attendre à une vitesse moyenne de roulage de 27 km/h en 2023[23]. Ce résultat confirme une amélioration continue de la technologie sur ce point. Par ailleurs, il reflète l'effort technologique des différents fabricants de navettes autonomes qui procèdent à des mises à jour régulières pour augmenter les capacités de leurs véhicules.

L'analyse de la vitesse est importante car elle reste un des principaux irritants régulièrement mis en avant par les usagers des navettes et parce qu'elle est au centre d'un débat récurrent en matière de sécurité routière. Ces données doivent néanmoins être traitées avec précaution dans la mesure où elles se basent principalement sur les déclarations publiques des porteurs des expérimentations et pas sur les capacités techniques réelles des navettes autonomes selon le contexte de circulation. La vitesse évolue notamment en fonction de la situation des passagers, s'ils sont assis ou debout dans le véhicule, qui impacte la gestion de la sécurité de la conduite.

Évolution de la vitesse moyenne annuelle de roulage des navettes autonomes sur route ouverte



Source : benchmark des expérimentations de navettes autonomes, Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, décembre 2022.
Échantillon : 119 expérimentations sur route ouverte dont la vitesse de roulage est connue.

[23] L'équation de la tendance est : $y=ax+b$, avec x étant la variable du temps. La valeur de 2023 est estimée et provisoire.



En comparant les vitesses moyennes des différents navettistes pendant la période d'observation, nous constatons qu'il n'y a pas de différence significative entre Navya et EasyMile puisque les vitesses moyennes de roulage sont calculées à 17 km/h pour les deux. En revanche, il y a une différence significative entre eux et le reste des fabricants qui affichent une vitesse moyenne de roulage de 26 km/h pour la période. Ces résultats sont à interpréter avec une grande précaution car les technologies utilisées et les niveaux d'autonomie sont différents pour chaque fabricant de navettes. Par conséquent, la comparaison entre des véhicules si hétérogènes peut causer des biais importants.

Dans ce sens, plusieurs points d'attention doivent être gardés à l'esprit quant aux résultats liés à la variable de la vitesse de roulage. Premièrement, nous avons exclu toutes les expérimentations en voie dédiée car le fonctionnement des navettes est différent sur ce type de voie. Deuxièmement, l'échantillon des expérimentations dont la vitesse de roulage est connue est limité, donc les résultats ne sont pas généralisables. Enfin, il semble que dans le cadre des expérimentations de navettes autonomes, la vitesse maximale de chaque nouveau modèle ou de chaque génération de navette est une variable plus pertinente pour mesurer l'évolution de la technologie que la vitesse moyenne. Cependant, cette information n'est pas disponible pour toutes les expérimentations.

Les expérimentations sur voie dédiée

Pour 301 expérimentations dont le type de trajet effectué par la navette est connu, 15 % roulent sur des voies dédiées et 21 % sur des zones piétonnes ou des pistes cyclables. De manière logique, les expérimentations de navettes autonomes sur voie dédiée ont commencé quelques années avant que les expérimentations sur route ouverte soient mises en place. Entre 1997 et 2011, toutes les expérimentations identifiées dans notre échantillon se faisaient sur voie dédiée. Nous observons également une diminution progressive de ce type d'expérimentation à partir de l'année 2018.

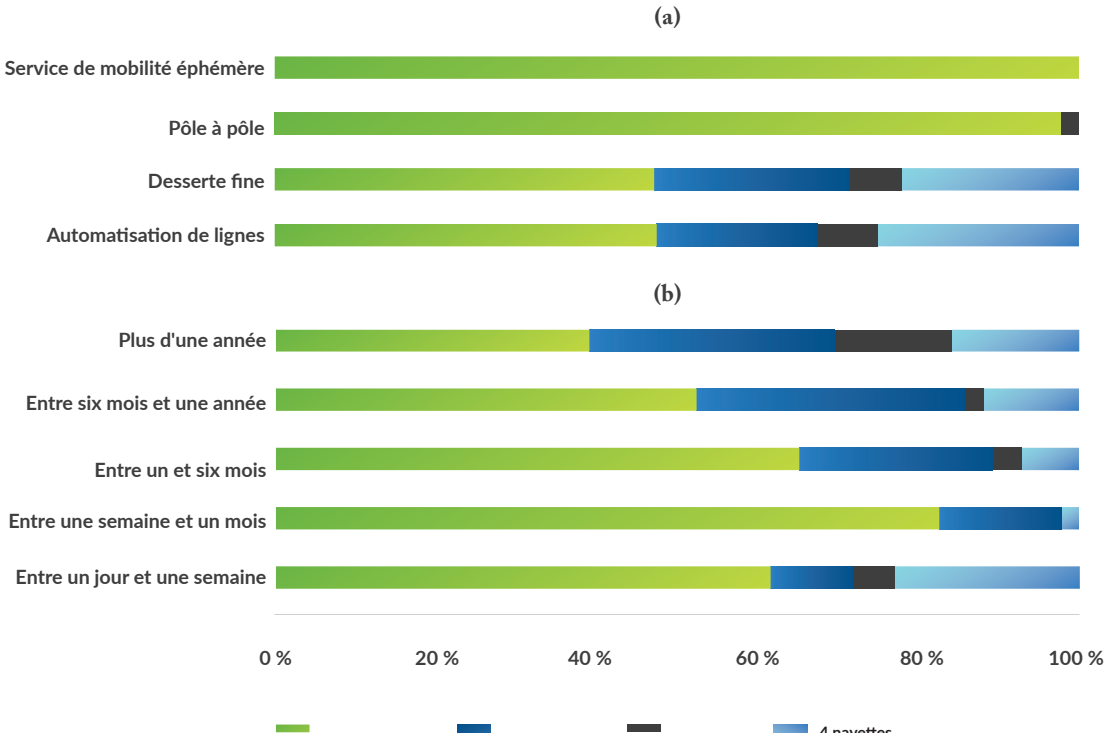
Par ailleurs, nous constatons une différence significative de la durée moyenne des expérimentations sur voie dédiée et route ouverte, avec une durée moyenne de 926 jours pour les premières et de 213 jours pour les secondes. Cela s'explique par trois projets avec des durées exceptionnelles. Le premier est le projet RiviumPark Shuttle / STAD project aux Pays-Bas, qui est en place depuis 1999. Le deuxième est le projet Parkshuttle également déployé aux Pays-Bas qui a commencé en 2018 et qui est prévu jusqu'en 2033. Sur ces deux expérimentations, les navettes autonomes roulent sur une voie dédiée. Le troisième est le projet du West Kowloon Cultural District de Hong Kong qui a commencé en 2018 dans lequel la navette autonome roule en zone piétonne.

Le nombre de navettes testées

La plupart des projets recensés ne font circuler qu'une seule navette autonome. Sur les 390 expérimentations dont le nombre de navettes est connu, 58 % d'entre elles ont utilisé une seule navette pendant toute la phase de roulage, 24 % ont utilisé deux navettes, parfois produites par des fabricants différents, et 17 % des expérimentations se sont servies de 3 navettes ou plus. Ces données montrent que pour les expérimentations où la technologie ou le service sont testés, l'intérêt n'est pas concentré sur une flotte de navettes mais sur une expérience à petite échelle. Néanmoins, durant les deux dernières années, le nombre d'expérimentations avec deux navettes a augmenté légèrement. En 2021, 31 % des expérimentations ont utilisé deux navettes, 33 % en 2022.

Le nombre des navettes testées dans chaque projet semble être principalement associé à la durée de l'expérimentation et au cas d'usage. Dans le graphique 5, les services de mobilité autonome éphémère et de liaison de pôle à pôle ont quasiment tous mis en circulation une seule navette, tandis que pour la desserte fine et l'automatisation de lignes de transports publics, plusieurs navettes ont été utilisées dans la moitié des cas. En outre, plus l'expérimentation est longue et plus le nombre des navettes utilisées est important. Nous observons que 61 % des expérimentations qui durent plus d'un an ont déployé au moins deux véhicules. A l'inverse, 62 % des expérimentations dont la durée est comprise entre deux jours et une semaine n'ont utilisé qu'une seule navette.

Nombre des navettes utilisées selon le cas d'usage et la durée de l'expérimentation



Source : benchmark des expérimentations de navettes autonomes, Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, décembre 2022.
Échantillon : 405 expérimentations dont le cas d'usage et le nombre des véhicules sont connus pour le graphique (a) et 321 expérimentations dont la durée et le nombre de véhicules sont connus pour le graphique (b).
Lecture : dans la partie (a) du graphique, l'aire de chaque barre est proportionnelle au poids de la variable « nombre de navettes » par rapport à chaque cas d'usage et non pas par rapport au total général. Par exemple, la modalité « une navette » représente 48 % de toutes les expérimentations dont le cas d'usage est l'automatisation des lignes. La lecture est similaire pour le graphique (b) mais, à la place du cas d'usage, la lecture se fait par rapport à la durée de l'expérimentation.

Évolution de la durée des expérimentations de navettes autonomes

La durée des expérimentations de navettes autonomes identifiées dans le benchmark correspond seulement aux phases de roulage dans les projets considérés. La durée moyenne des projets recensés dans ce benchmark est de 533 jours, avec une durée maximale de 8 760 jours ou 24 ans, qui correspond à l'expérimentation sur voie dédiée aux Pays-Bas mentionnée auparavant. Les quelques durées exceptionnellement longues dont nous avons déjà parlé font de la médiane une mesure plus adéquate pour trouver la valeur représentative de la durée des expérimentations de notre échantillon. La moitié des projets du benchmark a duré moins de 223 jours (ou un peu plus de 7 mois).

Sur les 428 expérimentations de navettes autonomes recensées, 22 % ont une durée inférieure à un mois. 28 % des expérimentations ont une durée comprise entre un et six mois : c'est la durée la plus représentée dans le benchmark. 10 % des expérimentations ont une durée comprise entre six mois et un an, et 21 % des expérimentations restantes ont une durée supérieure à un an.

Cette variable de la durée présente cependant des limites. Pour certaines expérimentations, les dates de début et de fin de roulage sont mal ou peu renseignées. Ce manque d'information se retrouve principalement pour les projets de longue durée ou ayant différentes phases de roulage qui se sont succédées à travers le temps.

Répartition des expérimentations selon leur durée

Durée de l'expérimentation	*n*	%
Entre un jour et une semaine	45	11 %
Entre une semaine et un mois	48	11 %
Entre un et six mois	118	28 %
Entre six mois et une année	44	10 %
Plus d'une année	91	21 %
N/A	82	19 %
Total	428	100 %

Source : benchmark des expérimentations de navettes autonomes, Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, décembre 2022.
Échantillon : 428 expérimentations recensées et 346 dont la durée est connue.

Au-delà de la répartition des expérimentations selon leur durée, l'évolution de la durée moyenne des projets semble ne pas être linéaire dans le temps. Cette non-linéarité peut s'expliquer par un manque d'informations concernant les projets les plus anciens. De plus, les informations disponibles renvoient souvent à la durée globale de l'expérimentation qui dépasse la seule phase de roulage à proprement parler.

Des durées différentes selon les pays

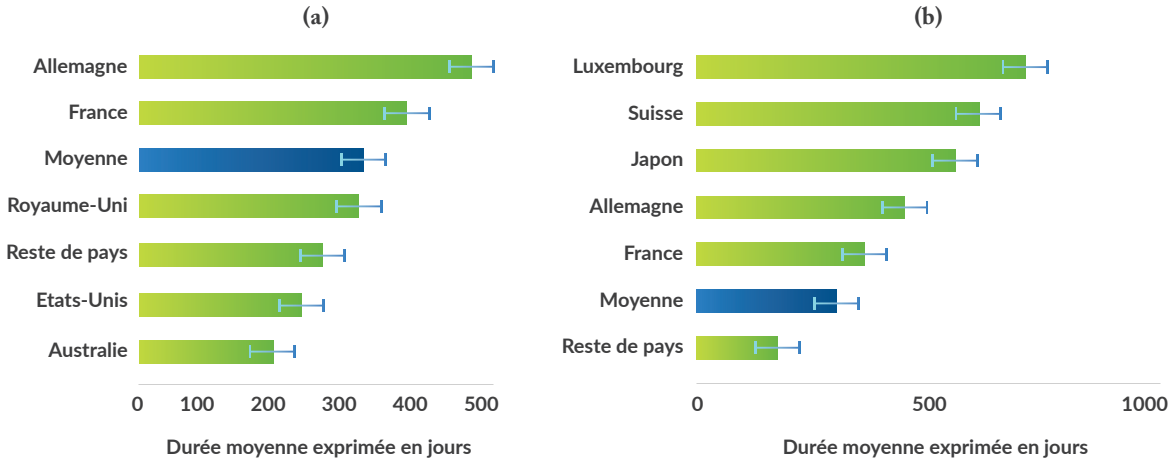
L'analyse a également porté sur la durée moyenne des expérimentations sur route ouverte selon les pays. Celle-ci est liée au cadre réglementaire. L'existence d'un régime d'expérimentation impose une date de début et de fin pour les expérimentations. Cette limite est amenée à disparaître avec la mise en place d'un régime permanent.

La partie (a) du graphique ci-dessous présente les durées moyennes des expérimentations des cinq pays qui hébergent le plus de projets. L'Allemagne et la France ont une durée moyenne d'expérimentation de 468 jours et 377 jours respectivement, tandis que la moyenne globale de l'échantillon est de 315 jours. La durée moyenne des expérimentations en Allemagne est significativement différente par rapport à celle de tous les autres pays.

La partie (b) du graphique classifie les cinq premiers pays où les expérimentations durent le plus longtemps. Le Luxembourg, la Suisse et le Japon sont classés aux trois premières places de la liste avec des durées moyennes bien semblables de la moyenne de la France et du reste des pays. Le Luxembourg et la Suisse, avec des durées moyennes de 738 jours et 634 jours respectivement, ont une différence significative par rapport à l'Allemagne. Ces résultats semblent illustrer une stratégie spécifique entre ces deux groupes de pays en matière de navette autonome :

- d'une part, la France et l'Allemagne mettent l'accent sur l'expérimentation et le développement de la technologie ;
- d'autre part, les pays avec des durées moyennes de déploiement plus longues (Luxembourg, Suisse, Japon) s'intéressent à la pérennisation d'un service de navette autonome dans leurs systèmes de transports.

Durée moyenne des expérimentations parmi les cinq premiers pays



Source : benchmark des expérimentations de navettes autonomes, Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, décembre 2022.
Échantillon : 316 expérimentations en route ouverte dont la durée de l'expérimentation est connue.
Lecture : le graphique (a) montre les durées moyennes, exprimées en jours, des expérimentations des cinq premiers pays par nombre de projets de navette autonome. Le graphique (b) montre les durées moyennes, exprimées en jours, des expérimentations des cinq premiers pays par longueur de la durée moyenne de déploiement de navettes autonomes.

Les démonstrations d'un jour de navettes autonomes

Comme mentionné précédemment, 31 expérimentations dans le benchmark correspondent à des démonstrations de navettes autonomes qui ne durent qu'une seule journée. Elles ont pour but de présenter la technologie, voire de faire essayer la navette, mais pas de réaliser des tests du véhicule et du service associé. Ce type de démonstration sert à vulgariser les capacités techniques d'une navette et à la faire découvrir à différents publics intéressés dans une logique de communication et/ou de commercialisation. Le benchmark a recensé 25 démonstrations en Europe, 4 aux États-Unis, 1 aux Émirats arabes unis et 1 en Nouvelle-Zélande.

Les cas d'usage : la desserte fine au cœur des expérimentations de navettes autonomes

La comparaison de ces différentes expérimentations met en évidence les cas d'usage privilégiés dans le développement des navettes autonomes. La classification adoptée pour classer ces expérimentations est celle qui a été élaborée dans le cadre du comité STPA de France Véhicule Autonome. Les résultats mettent en évidence une surreprésentation des cas d'usage centrés sur la desserte fine pour 70 % des expérimentations recensées.

Répartition des expérimentations de navette autonome selon les cas d'usage STPA

Cas d'usage STPA	n	%
Automatisation de lignes (AL)	**40**	**9 %**
Extension horaire et fréquence	20	5 %
Lignes existantes	20	5 %
Desserte fine (DF)	**300**	**70 %**
Premiers et derniers km	112	26 %
Site public	56	13 %
Site privé	132	31 %
Pôle à pôle (PP)	**62**	**14 %**
Desserte à haut niveau de service	48	11 %
Périurbain et rural	13	3 %
Reconversion d'anciennes lignes ferroviaires	1	0 %
Service de mobilité éphémère (SME)	**18**	**4 %**
NA	**8**	**2 %**
Total général	428	100 %

Source : benchmark des expérimentations de navettes autonomes, Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, décembre 2022.
Échantillon : 428 expérimentations dont le cas d'usage est identifié.



Le cas d'usage de la desserte fine concerne principalement la desserte de sites privés qui représente 31 % des expérimentations identifiées. Le cas d'usage de desserte du premier et du dernier kilomètre représente 26 % des projets recensés. *A contrario*, le cas d'usage de desserte d'un site public, qui se rapproche le plus des expérimentations de robots-taxis déployées aux États-Unis et en Chine, ne représente que 13 % des expérimentations.

Ce benchmark confirme également la sous-représentation des territoires ruraux et périurbains dans les projets d'expérimentations de navettes autonomes. Ainsi, seuls 13 projets de cette nature, soit 3 % de l'échantillon, ont été identifiés. Le cas d'usage générique dit de « pôle à pôle » est dominé par de la desserte à haut niveau de service. Ce cas inclut l'ensemble des expérimentations conduites sur une voie dédiée, soit 48 expérimentations qui représentent 11 % du total de l'échantillon.

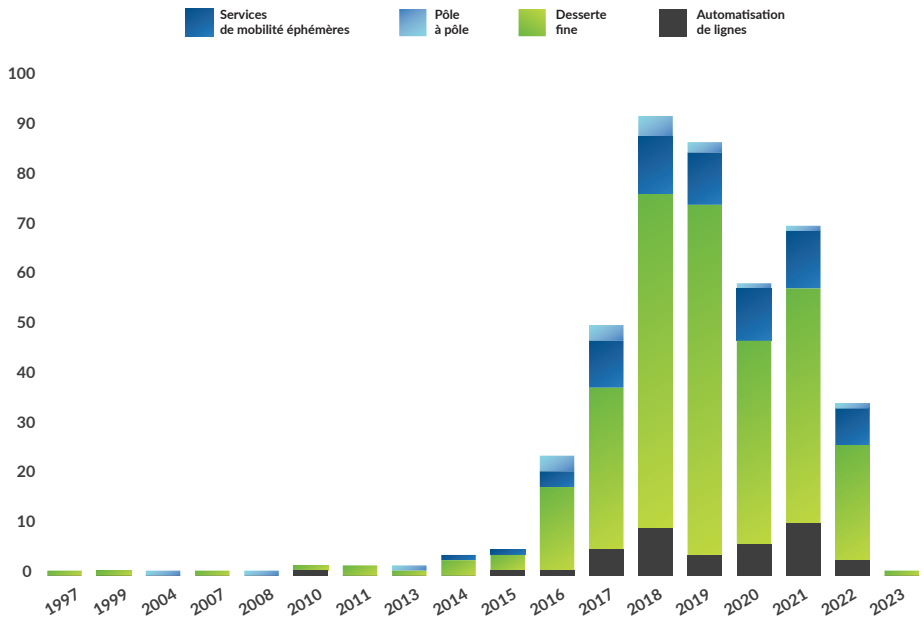
Concernant l'automatisation de lignes existantes, ce cas d'usage reste relativement peu représenté. Il concerne 40 expérimentations, soit 9 % de l'effectif. Ce chiffre illustre le fait que la mobilité autonome n'est pas pensée par les acteurs comme une solution destinée à remplacer l'offre de transport en commun existante. Elle est plutôt envisagée comme une nouvelle solution de mobilité capable de répondre à des besoins et des cas d'usage difficiles à aborder avec des solutions classiques.

Concernant l'évolution dans le temps des cas d'usage, aucune évolution n'est réellement notable parmi les grandes catégories de cas d'usage. En revanche, il apparaît qu'au sein du cas d'usage de la desserte fine les expérimentations ont été réalisées sur des sites privés tendent à diminuer. Beaucoup ont été réalisées sur des campus, des aéroports ou des zones d'activités. En parallèle, les expérimentations qui concernent la desserte du premier ou du dernier kilomètre depuis une gare ou un hub de mobilité progressent. Ce constat témoigne d'une maturation progressivede la technologie des navettes autonomes et de ses usages.

De plus, la desserte de site privé s'impose aujourd'hui comme un service que les fabricants de navettes et les opérateurs peuvent commercialiser. C'est par exemple le cas pour EasyMile qui a annoncé en octobre 2022 la conclusion de son premier contrat commercial pour déployer pendant dix ans une flotte de ses navettes EZ10 sur le site touristique privé d'un Center Parcs à Terhills[24] en Belgique. Par ailleurs, il y a un effort notable pour la réalisation d'expérimentations du premier et du dernier kilomètre et de la desserte fine de sites publics, mais des progrès technologiques sont encore nécessaires.

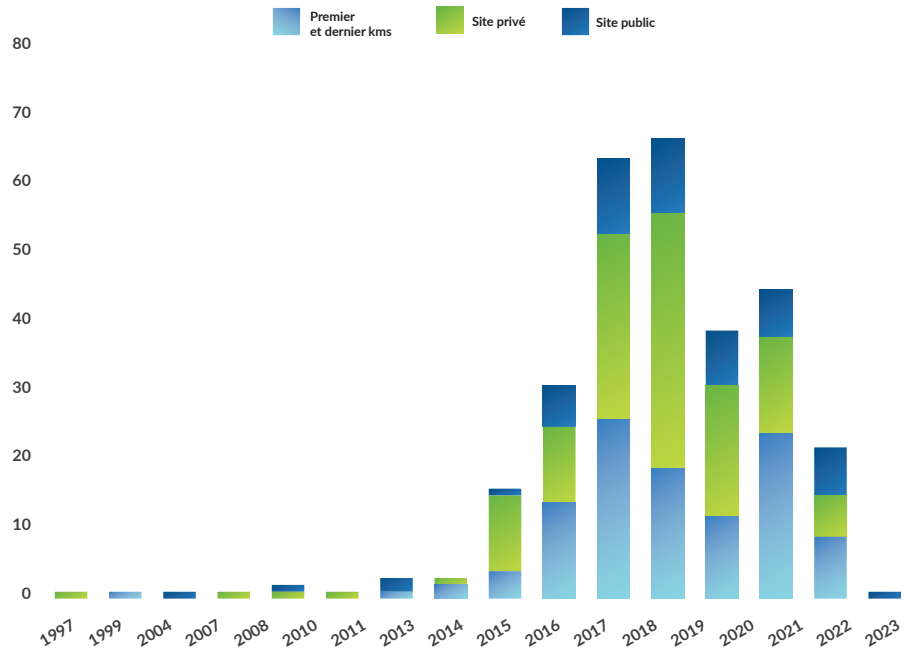
[24] EasyMile, 11 octobre 2022, « EasyMile remporte un contrat long-terme de 4 millions d'euros pour le déploiement d'une flotte de navettes autonomes en Belgique », https://easymile.com/fr/node/208.

Répartition annuelle des expérimentations selon le cas d'usage



Source : benchmark des expérimentations de navettes autonomes, Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, décembre 2022.
Échantillon : 419 expérimentations dont le cas d'usage est connu.
Lecture : le graphique montre les types de cas d'usage abordés dans le cadre des expérimentations au cours des années.

Répartition annuelle des expérimentations selon le cas d'usage



Source : benchmark des expérimentations de navettes autonomes, Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, décembre 2022.
Échantillon : 298 expérimentations dont le cas d'usage correspond à de la desserte fine.
Lecture : le graphique montre les types de cas d'usage abordé dans le cadre des expérimentations au cours des années.

✦

Ce benchmark met finalement en évidence une réduction du nombre d'expérimentations de navettes autonomes déployées dans le monde depuis 2020. Cette évolution résulte en partie des effets de la crise sanitaire liée au Covid-19. De plus, un changement du modèle d'affaires des fabricants de navettes autonomes est notable. Ce dernier était historiquement basé sur la vente de navettes. Dans ce cadre, les expérimentations que les collectivités locales souhaitaient déployer constituaient un marché à saisir. Or, ce marché tend aujourd'hui à se tarir du fait non seulement de la multiplication des expérimentations qui n'ont pas permis la mise en place d'un service de mobilité pérenne, mais également de la stratégie des autorités publiques de concentrer les projets pour permettre un passage à l'échelle.

Ce phénomène crée une forme de frustration chez les porteurs et financeurs de ces expérimentations, en particulier les collectivités locales qui constatent souvent qu'elles se limitent à un effort de communication sans toutefois parvenir à enrichir l'offre de services de mobilité dans les territoires. Par ailleurs, certaines entreprises du secteur se positionnent aujourd'hui non plus comme des fournisseurs de navettes mais comme des concepteurs de systèmes de conduite autonome qui peuvent être déployés sur diverses plateformes véhicules plus classiques. La coopération entre Navya et le Groupe Bolloré autour de l'automatisation d'un minibus de 6 mètres, Bluebus, en offre un exemple.

L'enjeu pour les fabricants ne consiste donc plus seulement à vendre leurs navettes autonomes. Cette raréfaction des expérimentations traduit la volonté des acteurs du secteur d'utiliser ses dernières dans une logique de développement technologique. Il s'agit dès lors de limiter l'éparpillement des projets d'expérimentations pour se concentrer sur des programmes de déploiement plus ambitieux qui permettent de passer un cap dans la fourniture d'un véritable service de mobilité autonome qui soit efficace et efficient. Cela passera par l'accroissement du nombre de navettes impliquées dans ces expérimentations, par leur mise en réseau, et par le retrait de l'opérateur de sécurité présent à leur bord.

Ces évolutions devraient également s'accompagner d'une évolution des cas d'usage traités. Le cas d'usage de la desserte fine d'un site public devrait monter en puissance, suivant une logique similaire à celle poursuivie par les acteurs américains. Outre les capacités techniques des navettes, cette évolution pose des questions aux opérateurs de mobilité concernant l'exploitation même d'un tel service, avec toutes ses implications (accueil, gestion du parc de véhicules, gestion des incidents, supervision, compétences à développer etc.). Cette évolution devrait être encouragée et soutenue par le développement de grands programmes de pilotes de services de mobilité autonome déployés à l'échelle européenne, notamment le projet ULTIMO qui succède au projet AVENUE depuis octobre 2022. Il permettront de passer à l'échelle avec plus de véhicules autonomes pour couvrir une zone plus large et bénéficier ainsi de la logique de réseau.

La réalisation de ce benchmark met en évidence le rôle leader que jouent les constructeurs français, EasyMile et Navya en tête, dans le développement des technologies de conduite autonome sur le territoire européen. L'Europe se distingue ainsi des États-Unis et de la Chine en ayant opté pour les navettes autonomes plutôt que pour le véhicule individuel ou partagé sous la forme de robots-taxis. L'Europe se démarque également par le nombre d'expérimentations mises en place depuis 2016. Elles traduisent une dispersion de l'effort de recherche et de développement dans le domaine des véhicules autonomes qui contraste avec les stratégies de concentration et de massification privilégiées par les acteurs américains et chinois dans le développement de cette technologie.

✦

UNE APPROCHE COMPARATIVE AVEC LES SERVICES DE ROBOTS-TAXIS

Les débats autour de la mobilité autonome sont dominés par la perspective d'un déploiement massif de services de mobilité à la demande basés sur des robots-taxis. Cette nouvelle solution façonne l'imaginaire et la manière de nous projeter dans la mobilité autonome. Pour autant, la réalité des programmes d'expérimentations portée par ces acteurs reste mal connue. La Communauté d'intérêt a donc choisi de réaliser une description des principaux déploiements de robots-taxis initiés aux États-Unis et en Chine. Cette analyse permet de tirer des enseignements sur la nature de ces expérimentations et sur les stratégies des acteurs qui les portent.

Les expérimentations de robots-taxis aux États-Unis

Le paysage de la mobilité autonome a connu une restructuration progressive après les échecs d'Uber[25] et plus récemment la fermeture de Argo AI[26] soutenue pourtant par Ford et Volkswagen. Ce processus de structuration se traduit par un rétrécissement du nombre d'acteurs impliqués autour de deux acteurs majeurs : Cruise, lié à General Motors, et Waymo, filiale de Google. Ces deux entreprises proposent déjà des services de robots-taxis ouverts au public. Malgré les sommes investies, les résultats concrets de ces programmes restent néanmoins incertains. Ils illustrent les difficultés inhérentes au développement de la technologie de conduite autonome.

Les acteurs de la mobilité autonome aux États-Unis

Aux États-Unis, l'État de Californie fait office de pionnier dans le développement de la technologie de conduite autonome. Il constitue un laboratoire pour le développement de cette technologie pour l'ensemble des acteurs du secteur. Trois types de licence sont ouvertes aux acteurs[27]:

Licences de roulage avec opérateur de sécurité à bord *(au 02/12/2022)*	Apollo / Apple / Aurora / Autox / Cruise / Didi / Nuro / Pony.ai / Tesla / Waymo / Weride / Zoox
Licences de roulage sans opérateur à bord *(au 19/11/2021)*	Apollo / AutoX / Cruise / Nuro / Waymo / Weride / Zoox
Licences pour un déploiement commercial *(au 30/09/2021)*	Cruise / Nuro / Waymo

Licences détenues de circulation de véhicules autonomes en Californie

[25] Voir COLOMBAIN, J., 8 décembre 2020, « Uber arrête la voiture autonome », franceinfo, https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/nouveau-monde/uber-arrete-la-voiture-autonome_4194317.html.

[26] Voir COROT, L., 27 octobre 2022, « Argo AI, pépite de la conduite autonome soutenue par Ford et VW, cesse son activité », L'Unsine digitale, https://www.usine-digitale.fr/article/argo-ai-pepite-de-la-conduite-autonome-soutenue-par-ford-et-vw-cesse-son-activite.N2060552.

[27] DMV, "Autonomous vehicle testing permit holders", https://www.dmv.ca.gov/portal/vehicle-industry-services/autonomous-vehicles/autonomous-vehicle-testing-permit-holders/.



Apollo (CN)	236 268 km
Apple (US)	21 368 km
AutoX (CN)	32 139 km
Cruise (US)	140 809 631 km
Nuro (US)	9 423 048 km
Waymo (US)	34 292 250 km
Weride (CN)	6 440 420 km
Zoox (US)	245 998 km

Nombre de kilomètres parcourus en 2021 en Californie[28]

L'analyse de ces données permet d'objectiver l'engagement des principaux acteurs américains des véhicules autonomes. À titre d'exemple, malgré une communication ambitieuse, des acteurs comme Tesla et Apple apparaissent en retrait dans le développement de cette technologie, ces derniers ne disposant pas encore d'autorisation pour procéder à des expérimentations sans opérateur de sécurité à bord de leurs véhicules.

Au-delà des effets d'annonce, cette analyse du cas californien permet également de mettre en évidence l'avance prise par trois acteurs en matière de mobilité autonome : Waymo et Cruise pour le transport de passagers et Nuro pour le transport de marchandises. Ils se distinguent par le nombre de kilomètres parcourus lors de leurs programmes d'expérimentation. Ils se démarquent également par la détention d'une licence des autorités qui les autorise à déployer un service commercial de mobilité autonome.

L'avance de ces trois acteurs se traduit également dans les montants qu'ils ont investis pour le développement de leur technologie. Waymo a levé 5,5 milliards de dollars depuis 2020 pour financer le développement de ses activités. Dans le même temps, Cruise a levé pour sa part 10,6 milliards de dollars pour mener ses travaux. Une différence d'investissements est également notable entre le développement d'un service de mobilité autonome destiné à des passagers et des solutions destinées au transport des marchandises. Par exemple, Nuro n'a levé que 1,5 milliard de dollars pour développer ses robots-livreurs, dix fois moins que Cruise. Cette distinction est également notable au niveau du nombre de kilomètres parcourus.

[28] DMV, "2021 Autonomous Mileage Reports", https://www.dmv.ca.gov/portal/vehicle-industry-services/autonomous-vehicles/disengagement-reports/.

Caractéristiques des trois leaders américains des robots-taxis

Nom	Date de création	Levées de fonds (année)	Levées de fonds (montant)	Valorisation	Partenariat	Siège social	Type de véhicule	Plateforme véhicule
WAYMO	2009	2009 -2015	1,1 milliard $ d'investissement de Google	30 milliards $	Alphabet / Zeekr-Geely	Mountain View, Californie	Robots-taxis / Camions	Waymo Firefly / Chrysler Pacifica / Jaguar I-Pace EV / Zeekr
		Mars 2020	2,25 milliards $					
		Mai 2020	0,75 milliard $					
		Juin 2021	2,5 milliards $					
cruise	2013	Mars 2016	Acquisition par GM (entre 0,5 et 1 milliard $)	30 milliards $	General Motors / Honda / Microsoft	San Fransisco, Californie	Robots-taxis	Chevrolet Bolt / Cruise Origin
		Mai 2018	1,1 milliard $ (GM)					
		Avril 2018	37,6 millions $ (IPO Banque européenne d'investissement)					
		Mai 2018	2,25 milliards $ (SoftBank)					
		Octobre 2018	2,75 milliards $ (Honda)					
		Mai 2019	1,15 milliard $					
		Janvier 2021	2 milliards $ (Microsoft/Honda)					
		Mars 2022	1,35 milliard $ (GM)					

Nom	Date de création	Levées de fonds (année)	Levées de fonds (montant)	Valorisation	Partenariat	Siège social	Type de véhicule	Plateforme véhicule
nuro		Janvier 2018	92 millions $ (Greylock Partners and Gaorong Capital)	5 milliards $	Uber	Mountain View, Californie	Pod	R1/R2
	2016	Février 2019	940 millions $ (Softbank)					
		Novembre 2020	500 millions $					

L'étude des expérimentations et des services commerciaux de robots-taxis déployés par ces entreprises confirme l'avance de ces différents acteurs américains dans le secteur de la mobilité autonome. Afin d'approfondir la comparaison avec les expérimentations de navettes autonomes, l'analyse se focalise ici uniquement sur les déploiements aux Etats-Unis autour du transport autonome de passagers.



Les projets de robots-taxis aux États-Unis

La circulation de robots-taxis aux États-Unis se concentre sur deux territoires de déploiement : l'Arizona d'une part avec la mise en place d'un service de Waymo dans la banlieue de la ville de Phoenix ; San Francisco en Californie d'autre part où Cruise et Waymo développent un service similaire. Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de ces projets.

WAYMO

Lieu	**Phoenix, East Valley (Chandler, Tempe, Mesa and Gilbert)**
Dates	Décembre 2018 – roulage avec opérateur à bord Octobre 2020 – roulage sans opérateur à bord Mars 2022 – service commercial
Superficie couverte	130 km²
Caractéristiques du service	24h/24h – réservé aux membres de Waymo One 1$ / min
Nombre de véhicules	300 / 400 véhicules impliqués
Véhicule utilisé	Chrysler Pacifica

Lieu	**Phoenix, Downtown**
Dates	Mars 2022 – réservée aux employés de Waymo (desserte de l'aéroport)
Superficie couverte	NA
Caractéristiques du service	NA
Nombre de véhicules	NA
Véhicule utilisé	Jaguar I-Pace EV

Lieu	**San Francisco, Californie**
Dates	Février 2021 – avec opérateur à bord Mars 2022 – réservée aux employés de Waymo (desserte de l'aéroport)
Superficie couverte	NA
Nombre de véhicules	630 avec opérateurs / 71 sans opérateur
Véhicule utilisé	Jaguar I-Pace EV
Prochaines zones de déploiement	Los Angeles, Californie (déc. 2022)

cruise

Lieu	**San-Fransisco, Banlieue nord-ouest**
Dates	Juin 2015 - roulage avec opérateur à bord Décembre 2020 - roulage sans opérateur à bord Juin 2022 - ouverture d'un service commercial
Superficie couverte	52 km²
Caractéristiques du service	Accessible entre 22h et 5h30. Payant (5$ + 0,4$ / min)
Nombre de véhicules	232 véhicules avec opérateurs, 52 sans opérateur
Véhicule utilisé	Chevrolet Bolt
Prochaines zones de déploiement	Austin, Texas (déc. 2022) / Phoenix, Arizona (déc. 2022)

Les travaux conduits par Waymo et Cruise autour de la mobilité autonome permettent de mettre en évidence leur stratégie de développement technologique et commercial. Ces acteurs ont fait le choix de se focaliser très tôt sur un terrain spécifique, Phoenix pour Waymo et San Francisco pour Cruise. Ils ont ensuite suivi une approche graduelle afin d'aboutir à la mise en place d'un réel service de mobilité autonome. Elle s'est traduite par des tests réalisés avec des opérateurs de sécurité présents à bord des véhicules, puis sans opérateur avant de passer à la mise en place d'un service payant de robots-taxis plus ou moins ouvert au public.

Ces deux acteurs cherchent aujourd'hui à élargir leur domaine d'opération en s'installant dans d'autres villes, à San Francisco et Los Angeles pour Waymo et à Austin et Phoenix pour Cruise. L'ouverture de ces nouveaux sites de déploiement pour leurs robots-taxis vise à accompagner le développement de la technologie en la confrontant à des environnements urbains plus complexes que ceux retenus initialement.

Pour autant, il convient de relativiser la portée de ces déploiements. En effet, les services de robots-taxis proposés par ces deux entreprises restent encore limités. Ils couvrent des zones géographiques restreintes, une cinquantaine de kilomètres carrés, dans des zones périurbaines où le trafic est moins important qu'en centre-ville. Par ailleurs, seul un nombre restreint de trajets est réalisé sans opérateur de sécurité à bord des véhicules. Enfin, l'expérimentation de Cruise n'est ouverte que la nuit, pendant une période où la circulation est peu dense, afin de limiter les contraintes techniques et les risques de sécurité liés au service.

L'enjeu pour ces entreprises américaines est donc d'élargir progressivement le domaine d'opération de leurs robots-taxis afin de couvrir une zone géographique plus large et pour étendre les conditions d'accès au service proposé. Cette trajectoire se rapproche également de celle suivie par les acteurs chinois spécialistes de la mobilité autonome.

Les expérimentations de robots-taxis en Chine

Outre les États-Unis, la Chine apparaît comme l'autre acteur majeur dans le développement de services de mobilité basés sur des robots-taxis. Les acteurs chinois présentent un profil proche de celui de leurs homologues américains. Les stratégies de déploiement chinoises se rapprochent également de celles déployées aux États-Unis, même si leur avancement technologique reste soumis à question du fait de la difficulté à vérifier les informations avancées.

Les acteurs de la mobilité autonome en Chine

La Chine compte un grand nombre d'acteurs impliqués dans le développement de cette technologie. Les informations disponibles sur les stratégies et les investissements consentis par ces différents acteurs apparaissent néanmoins lacunaires et ne permettent pas d'en dresser un portrait aussi fidèle que les acteurs présents sur le territoire américain.

Les principaux acteurs chinois de la mobilité autonome sont les suivants :

- Baidu-Apollo présente un profil similaire à celui de Waymo, filiale de Google, aux États-Unis. Soutenue par Baidu, le géant de l'internet chinois, Apollo est la filiale de l'entreprise dédiée au développement de la technologie de conduite autonome. Elle a été ouverte en avril 2017. L'entreprise développe des solutions de mobilité multiples, qu'il s'agisse de services de robots-taxis basés sur des véhicules produits par Hongqi, GAC et BAIC, ou des services basés sur des navettes autonomes coconstruites avec l'industriel chinois Kinglong.
- AutoX est une start-up spécialement créée autour de l'objectif de développement d'un système de conduite autonome. Elle a été fondée en 2016 par un chercheur chinois du MIT et de Princeton avec l'objectif de devenir un leader mondial de la mobilité autonome. Elle est notamment

soutenue par le groupe Alibaba ou encore par le constructeur automobile chinois SAIC Auto. L'entreprise utilise des véhicules produits par Honda ou Fiat Chrysler pour le développement de ses opérations.

- Didi, l'entreprise de service de mobilité à la demande, a créé en 2019 une division spécialisée dans le développement de la conduite autonome, suivant une trajectoire similaire à celle suivie par Uber avant que cette dernière n'abandonne le développement de la technologie de conduite autonome. L'entreprise s'appuie sur un partenariat avec Geely, l'entreprise qui détient Volvo, pour ses véhicules.
- Pony.ai a été créée en 2016 par deux anciens ingénieurs ayant œuvré au développement du programme de mobilité autonome de Baidu. Le siège de l'entreprise se situe aux États-Unis, même si la plupart de ses opérations ont lieu en Chine. L'entreprise bénéficie du soutien de Hyundai et de Toyota pour le développement de sa technologie de conduite autonome, l'entreprise japonaise y ayant investi près d'un milliard de dollars.
- WeRide.ai a été créée en 2017. Cette start-up de la mobilité autonome s'appuie sur le soutien de constructeurs automobiles tels que le constructeur chinois GAC ou l'alliance Renault-Nissan-Mitsubishi. Le profil de l'entreprise se rapproche de celui d'Argo AI soutenue jusqu'en 2022 par Volkswagen et Ford.

Le paysage de la mobilité autonome en Chine fait donc écho à celui qui existait aux États-Unis avant le processus de concentration du marché provoqué par la suspension des travaux réalisés par Uber ou par Argo AI.

Les projets de robots-taxis en Chine

Un parallélisme est également notable dans la manière dont les expérimentations de robots-taxis sont mises en œuvre sur le territoire chinois. Ces dernières apparaissent toutefois plus nombreuses et plus dispersées que celles ayant lieu aux États-Unis. Les principaux déploiements menés sur le territoire chinois sont les suivants :

apollo

Lieu	**Pékin, Yizhuang (zone de démonstration spécifique)**
Dates	Novembre 2021 – service commercial Avril 2022 – autorisation pour la circulation de quelques véhicules sans opérateur à bord
Superficie couverte	60 km²
Caractéristiques du service	7h/22h – accessible *via* l'application Apollo Go
Nombre de véhicules	64 véhicules impliqués avec opérateur de sécurité à bord / 10 sans opérateur
Autres zones de déploiement	Guangzhou, Huangpu / Shanghai

DiDi

Lieu	**Shanghai, Jiading**
Dates	Juin 2020 – test du service Août 2020 – service commercial
Superficie couverte	150 km²
Caractéristiques du service	Accessible *via* l'application Alibaba Maps
Nombre de véhicules	30 véhicules impliqués avec opérateur de sécurité à bord
Autres zones de déploiement	Pékin / Shenzhen

pony.ai

Lieu	**Pékin, Yizhuang (zone de démonstration spécifique)**
Dates	Octobre 2021 – service commercial Avril 2022 – autorisation pour la circulation de quelques véhicules sans opérateur à bord
Superficie couverte	60 km²
Caractéristiques du service	8h30/22h30 – accessible *via* l'application PonyPilot+
Nombre de véhicules	Nombre de véhicules impliqués avec opérateur de sécurité à bord inconnu / 4 sans opérateur

Lieu	**Guangzhou, Nansha**
Date	Janvier 2021 – test du service Avril 2022 – service commercial
Superficie couverte	NA
Caractéristiques du service	8h30/22h30 – accessible *via* l'application PonyPilot+
Nombre de véhicules	100 avec opérateur de sécurité à bord
Autres zones de déploiement	Shanghai

autoX

Lieu	**Shanghai, Jiading**
Dates	Avril 2020 – tests techniques Août 2020 – service commercial
Superficie couverte	150 km²
Caractéristiques du service	Accessible *via* l'application Alibaba Maps
Nombre de véhicules	100 véhicules impliqués avec opérateur de sécurité à bord

Lieu	**Shenzhen, Pingshan**
Dates	Janvier 2021
Superficie couverte	168 km²
Caractéristiques du service	NA
Nombre de véhicules	NA
Autre zone de déploiement	Pékin / Guangzhou

WeRide

Lieu	**Guangzhou, Digital Economy Pilot Zone**
Dates	Novembre 2019 – test du service Juillet 2020 – test sans opérateur à bord Février 2021 – service commercial Janvier 2022 – déploiement de robots-bus pour compléter le service Septembre 2022 – déploiement d'une balayeuse automatisée
Superficie couverte	144 km²
Caractéristiques du service	8h00-22h00 accessible *via* l'application WeRide Go
Nombre de véhicules	210 véhicules impliqués avec opérateur de sécurité à bord / 50 robots-bus
Autres zones de déploiement	Pékin / Wuhan



L'analyse des expérimentations de robots-taxis conduites en Chine s'avère plus compliquée que celle des expérimentations américaines. En effet, les données disponibles se limitent à celles communiquées par les acteurs et ne peuvent donc pas être réellement contrôlées. À cela s'ajoutent des témoignages de blogueurs qui soulignent leur difficulté à tester concrètement le service sur place. L'ensemble de ces éléments amènent donc à traiter avec précaution les chiffres mis en avant sur les robots-taxis en Chine.

La stratégie poursuivie par les acteurs chinois en matière d'expérimentation et de déploiement d'un service de mobilité autonome basé sur des robots-taxis se rapproche de celle des acteurs américains. Ces derniers se focalisent sur quelques territoires de déploiement, par exemple à Pékin ou à Guangzhou, principalement dans des zones périurbaines. La superficie couverte est plus importante que celle affichée par les acteurs américains, sans possibilité de vérifier néanmoins la réalité de ces affirmations.

Dans ce cadre, les autorités chinoises cherchent à faciliter le processus d'expérimentation en autorisant les roulages de robots-taxis dans des quartiers tests. Ces derniers constituent des laboratoires pour le développement de solutions liées à la smart city au sein de laquelle pourrait s'insérer ces futurs services de mobilité autonome. C'est par exemple le cas à Pékin où la circulation de robots-taxis se déroulent principalement dans le quartier Yizhuang.

Les étapes suivies par les entreprises chinoises pour développer leurs robots-taxis sont les mêmes que pour les acteurs américains. Cela passe tout d'abord par le déploiement d'une flotte de véhicules dans une zone choisie, puis par la circulation de ces véhicules sous la supervision d'un opérateur de sécurité avant d'envisager le retrait de ce dernier pour assurer un service de robots-taxis de niveau 4.

Néanmoins, il convient de souligner que les acteurs chinois ont proposé la mise en place de services commerciaux assez rapidement, sans s'attacher à retirer l'opérateur de sécurité à bord. La mise en circulation de robots-taxis sans opérateur à bord est autorisée de manière très parcellaire par les autorités chinoises, qui limitent pour le moment les expérimentations réalisées à une dizaine de véhicules.

Au-delà des expérimentations conduites en Chine, l'ensemble des acteurs chinois tente également de tester leurs solutions technologiques aux États-Unis et en particulier en Californie afin de se confronter et d'évaluer leur niveau de développement par rapport à leurs rivaux et concurrents américains. Apollo, AutoX et WeRide sont les seuls acteurs chinois à disposer pour le moment d'une licence pour conduire des expérimentations de robots-taxis sans opérateur à bord aux États-Unis. Sur ce terrain, WeRide se distingue avec 6,5 millions de kilomètres parcourus en Californie en 2021.



> ***Les conditions pour qu'une expérimentation réussisse sont de faire sa validation technique dans un environnement contrôlé et d'organiser ensuite l'expérimentation en réponse aux besoins clairement identifiés en amont avec une solution technique satisfaisante. Le retrait de l'opérateur de sécurité constitue un enjeu crucial. Des études montrent qu'un bilan économique autoporteur est envisageable dès la mise en place d'un service capable d'associer au moins six navettes supervisées à distance et capable de circuler à 30 km/h.***
>
> *Patrick Pélata, Président de Meta Strategy Consulting*
> *CO5, 5 octobre 2022*

Comparaison avec les expérimentations de navettes autonomes

L'analyse des stratégies poursuivies par les acteurs américains et chinois dans le développement de services de robots-taxis permet de tirer plusieurs enseignements. Ces derniers peuvent être comparés avec les caractéristiques des projets de navettes autonomes et mis en regard des critiques émises à l'encontre des acteurs européens et français impliqués dans leur développement.

Des investissements records

La première distinction par rapport aux projets européens de navettes autonomes concerne les capacités financières dont disposent les acteurs américains et chinois pour développer des solutions de robots-taxis. L'ensemble de ces acteurs, à l'exception de Waymo engagée dans la mobilité autonome depuis 2009, ont mené des travaux de recherche et développement en matière de mobilité autonome seulement à partir du milieu des années 2010. En revanche, un différentiel considérable d'investissement financier est notable. Alors que les acteurs américains ont investi plusieurs milliards de dollars dans le développement de leur technologie, les acteurs européens, et notamment les acteurs français EasyMile et Navya, doivent se contenter de quelques millions d'euros d'investissement.

Cet écart se traduit concrètement par une démesure de moyens humains et techniques au service des projets de mobilité autonome aux Etats-Unis et en Chine. Les acteurs américains et chinois sont ainsi en mesure de mobiliser un très grand nombre de véhicules dans leurs programmes de roulage. Cette démesure de moyens se traduit néanmoins par une perte de sens pour certains employés (voir l'encadré ci-après), et un scepticisme chez certains observateurs[29], qui peinent à voir l'intérêt réel d'une multiplication exponentielle des kilomètres parcourus. Cette stratégie sert davantage un objectif de communication et de réassurance à l'égard des investisseurs face à la concurrence très forte du secteur, plutôt qu'elle ne constitue un point décisif dans le développement de la technologie et dans l'extension et la pérennisation du service.

[29] Voir YACINE, J.-P., 2 janvier 2022, « Véhicule sans chauffeur. Entre propagande publicitaire et réalités », Question Chine, https://www.questionchine.net/vehicules-sans-chauffeur-entre-propagande-publicitaire-et-realites?artpage=2-2.

LE PAS DE CÔTÉ

VO[30]

Ce documentaire, produit par Nicolas Gourault en 2020, constitue le point de départ d'une enquête sur le rôle des travailleurs humains dans l'entraînement des véhicules automatisés à partir de l'accident mortel avec une cycliste provoqué par un véhicule d'Uber en mars 2018 dans l'Arizona.

Il illustre les limites des programmes massifs d'expérimentation conduits par les géants du secteur tels que Waymo et Cruise. Ces programmes consistent à faire circuler un grand nombre de véhicules automatisés (niveau 2-3) avec des opérateurs à bord dans l'objectif de valider la technologie dans des scénarios difficilement modélisables numériquement. Les opérateurs interrogés déplorent néanmoins la multiplication de ces tests.

En effet, les capacités de roulage dépassent les besoins réels des ingénieurs chargés du développement de la technologie de conduite autonome. Ainsi, des programmes d'expérimentation dénués de sens sont mis en place. Selon le témoignage des personnes interrogées, la seule finalité de ces derniers se résume à l'accumulation des kilomètres parcourus. Ces déploiements n'ont en réalité pas tant une utilité technique qu'une utilité financière. Ils jouent un rôle clé dans la stratégie de communication de ces entreprises qui sont contraintes de lever des fonds considérables pour poursuivre leur développement et espérer à terme s'imposer sur ce marché encore peu mature.

L'intérêt de ce documentaire réside dans l'attention qu'il accorde à des acteurs souvent oubliés dans le développement de la conduite autonome : les opérateurs de sécurité. Il met en exergue la difficulté de ce métier. La répétition des missions de roulage, la grande fiabilité du système à superviser, la perte de sens du métier face à la nécessité d'accumuler toujours plus de kilomètres, constituent autant d'éléments qui créent un sentiment trompeur, et potentiellement dangereux comme l'a montré l'accident d'Uber en 2018, de sécurité et de sur-confiance à l'égard des capacités du logiciel de conduite autonome.



[30] GOURAULT, N., 2020, "VO", 19', Le Fresnoy.

L'abandon d'une logique d'expérimentation

Les acteurs américains se distinguent également dans la stratégie qu'ils poursuivent pour développer leur technologie. Ces derniers ont privilégié la concentration de leurs efforts de recherche et de développement sur des zones géographiques précises, Phoenix pour Waymo et San Francisco pour Cruise. Les zones choisies, principalement périurbaines, se caractérisent toutefois par un environnement et un trafic routier moins complexes à gérer qu'en Europe. Plusieurs centaines de véhicules sont mobilisées pour multiplier les roulages et retirer l'opérateur de sécurité à bord. Cette stratégie de concentration n'a pas empêché ces acteurs de réaliser des roulages plus limités dans d'autres villes, notamment pour confronter leurs robots-taxis à des environnements urbains ou météorologiques différents. Les acteurs chinois ont déployé une stratégie similaire.

À l'inverse, les acteurs français et européens ont été contraints de multiplier les expérimentations de navettes autonomes. Ce choix s'est traduit par une forme d'éparpillement des projets qui a limité la capacité des acteurs à capitaliser sur les enseignements tirés de ces expérimentations. Ce parti pris résulte d'une contrainte économique plus que d'un choix technique. Faute de moyens financiers conséquents, les acteurs français ont été contraints de privilégier une logique commerciale et de vendre des navettes pour financer leur effort de recherche et de développement. Cela s'est traduit par des contraintes fortes, notamment le fait de devoir s'occuper de mutliples clients. Cela a également engendré l'accumulation de dettes techniques qui a ralenti les acteurs dans leur développement technologique.

Une évolution est néanmoins notable depuis le début des années 2020 avec une réduction du nombre d'expérimentations et une focalisation de l'effort de recherche sur des projets plus ambitieux, qui associent plusieurs navettes de niveau 4 supervisées à distance pour assurer la couverture d'un site ou d'une zone et non plus seulement d'une ligne fixe.

Une convergence vers un modèle de navette collective

Les acteurs américains et chinois ont privilégié jusqu'à présent des robots-taxis basés sur des véhicules individuels de série automatisés pour réaliser leurs essais. À l'inverse, les acteurs français et européens ont fait le choix de se doter d'une plateforme véhicule spécifique, les navettes, pour développer leur technologie de conduite autonome.

Les acteurs américains affichent aujourd'hui leur volonté de s'appuyer sur des plateformes véhicules plus proches du format des navettes en termes de capacité et dépourvues de volant. C'est le cas pour Waymo qui a dévoilé en novembre 2022 son futur modèle, baptisé ZeekR, élaboré en partenariat avec le constructeur chinois Geely ou pour Cruise qui développe un projet de véhicule baptisé Cruise Origine. Les acteurs chinois suivent une trajectoire similaire, Apollo développant une navette RT6 conçue avec Kinglong. Une convergence est donc notable chez les acteurs américains et chinois qui tendent à développer des nouvelles plateformes véhicules proches des modèles de navettes autonomes utilisés jusqu'à présent par les fabricants français et européens.

Une technologie qui reste à parfaire

Les montants colossaux investis dans le développement de la technologie de conduite autonome et les millions de kilomètres de roulage parcourus permettent aujourd'hui aux acteurs américains, et en partie aux acteurs chinois, de proposer des services de robots-taxis fonctionnels. La portée de ces services mérite néanmoins d'être nuancée.

Ces derniers restent en effet limités à des zones géographiques relativement restreintes, une cinquantaine de kilomètres carrés, et les conditions d'opération du service demeurent très restrictives. C'est notamment le cas de Cruise dont le service de robots-taxis n'est ouvert que la nuit pour éviter d'avoir à composer avec un trafic routier trop important et dont la majorité des véhicules ont un opérateur de sécurité à bord.

Ces caractéristiques témoignent des limites technologiques auxquelles sont confrontés les acteurs dans le développement d'un service de mobilité autonome à la fois effectif et performant. Il apparaît notamment que seul un nombre limité de trajets est réalisé sans opérateur à bord des robots-taxis. Dans ce cadre, l'enjeu consiste pour les acteurs américains et chinois à étendre le domaine d'opération de leur service, qu'il s'agisse de l'ouvrir dans d'autres villes ou de l'opérer dans des conditions diverses de circulation.

Les acteurs français et européens sur les navettes autonomes apparaissent ainsi moins avancés technologiquement que leurs homologues américains ou chinois. Ce décalage s'explique toutefois par des cas d'usage et des objectifs différents qui sont conditionnés par leurs capacités financières mais aussi les contextes nationaux de déploiement. En effet, l'accent est mis par les autorités en Europe et notamment en France[31] sur la sécurité des systèmes de conduite autonome, ce qui limite les conditions dans lesquelles les fabricants et les opérateurs peuvent tester leurs véhicules.

Une absence de considération pour des cas d'usage intermédiaires plus faciles d'accès

Autre distinction majeure, les acteurs américains de la mobilité autonome se focalisent généralement sur un cas d'usage unique : la mise en place d'un service à la demande dans un cadre urbain ou périurbain. Les autres cas d'usage potentiels ne sont pas réellement traités, si ce n'est par de petites start-ups, comme May Mobility[32], dont le profil est similaire à celui des fabricants français et européens de navettes autonomes. Les acteurs chinois quant à eux se différencient quelque peu de la stratégie poursuivie par leurs homologues américains. C'est notamment le cas d'Apollo, soutenu par Baidu, qui envisage une utilisation de ses technologies de conduite autonome pour l'automatisation de lignes régulières de transports collectifs.

> ***Le succès des réflexions développées au sein de la Communauté d'intérêt pose la question des enjeux relatifs au scale-up afin d'assurer le passage de l'expérimentation à celui du service. Deux questions se posent : comment éviter de refaire les mêmes erreurs ? Comment assurer une méthodologie de construction plus rapide et moins coûteuse ?***
>
> *Erik Grab, Directeur Anticipation Stratégique et Co-Innovation Groupe Michelin*
> *Rencontre des CEOs, 13 avril 2022*

Les acteurs français et européens misent pour leur part sur la progressivité des cas d'usage à aborder afin d'accompagner le développement sécurisé de la technologie. La stratégie française de développement de la mobilité routière automatisée a d'ailleurs fait de la progressivité des déploiements de la technologie un de ses axes structurants. Ce choix explique le grand nombre d'expérimentations réalisées par les navettistes et les opérateurs sur des sites privés, qu'il s'agisse de campus universitaires, de zones d'activités ou encore de sites touristiques.

Ces cas d'usage présentent l'intérêt d'être plus facile à traiter avec les technologies actuelles

[31] C'est ce que soulignait Anne-Marie Idrac, Haute responsable pour la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée, dès son lancement en 2018 : « L'objectif est de faciliter l'émergence, puis le déploiement, de technologies innovantes en matière d'autonomie de conduite ; pour cela d'accompagner, à leur rythme les progrès technologiques proposés par les industriels, en s'assurant d'un haut niveau de sécurité : *il n'y aura pas de confiance dans les nouveaux usages sans sécurité* ». République française, mai 2018, *Développement des véhicules autonomes. Orientations stratégiques pour l'action publique*, p. 4.

[32] Voir https://maymobility.com.

équipant les navettes autonomes. Ils ouvrent dès à présent des perspectives commerciales, comme le démontre la commercialisation par EasyMile d'un service de cinq navettes autonomes sur le site touristique de Terhills en Belgique annoncée en octobre 2022 . Au-delà de la seule desserte de sites privés, des cas d'usage plus complexes tels que des services de desserte du premier ou du dernier kilomètre, la desserte fine de sites publics ou encore l'automatisation de lignes régulières de transports collectifs pourraient trouver des applications commerciales à moyen terme.

L'analyse comparative des expérimentations de véhicules autonomes conduites dans le monde, que ce soit de navettes autonomes ou de robots-taxis, met aussi en exergue un impensé relatif concernant un élargissement des cas d'usage de la mobilité autonome au transport de marchandises. Les acteurs américains s'intéressent à cette problématique, notamment Waymo, Zoox ou encore Nuro, mais un cloisonnement est notable dans leur manière de l'appréhender. Leur stratégie consiste aujourd'hui à transférer les technologies élaborées pour le transport de passagers vers le transport de marchandises.

Des réflexions voient également le jour en Europe, mais elles restent balbutiantes. Elles présentent néanmoins l'originalité de vouloir hybrider les cas d'usage de services de mobilité autonome en mixant le transport de voyageurs et le transport de marchandises. Le développement du volet marchandises pourrait notamment permettre de renforcer le modèle économique de la mobilité autonome qui est pour l'instant compliqué à équilibrer avec le seul transport des passagers par navettes ou bus autonomes.



LE TRANSPORT AUTONOME DE MARCHANDISES, UN SUJET EN EXPANSION

Les investissements consentis par les acteurs économiques pour le développement de la mobilité autonome posent la question de leur rentabilité. Cette problématique est d'autant plus prégnante dans le domaine du transport de personnes. Les transports collectifs, notamment en France, restent largement déficitaires et reposent sur le versement de subventions publiques importantes. Face à ce constat, les acteurs du secteur tentent de réfléchir au développement de solutions de mobilité autonome pour le fret et la logistique, susceptibles d'être rentabilisées à plus court terme.

Ces réflexions s'inscrivent dans une mutation profonde du secteur, marqué par la révolution de la logistique 4.0. Elle conduit les acteurs à réinvestir une vieille question, celle d'un éventuel mix entre le transport des passagers et celui des marchandises. Dans ce cadre, les acteurs publics tendent à favoriser la structuration d'un écosystème d'acteurs nationaux pour l'application de la technologie de conduite autonome au secteur du fret et de la logistique. Une dynamique est notable en la matière, même si peu d'expérimentations sont encore menées sur ce thème.

La mobilité autonome, composante majeure de la 4ème révolution dans la logistique

Les réflexions concernant l'apport de la mobilité autonome à la chaîne logistique sont aussi anciennes que celles relatives aux transports de passagers. Les premières expérimentations de véhicules de livraison automatisés ont été conduites dès le début du siècle. Elles connaissent aujourd'hui un nouvel essor grâce au processus de digitalisation et concernent l'ensemble de la chaîne logistique[34]. Les acteurs parlent d'ailleurs d'une quatrième révolution dans la gestion du fret et de la logistique[35]. Dans ce contexte, certains acteurs développent une réflexion originale autour d'un possible mix entre le transport des passagers et celui des marchandises.

Véhicules et cas d'usage de la logistique autonome

Les réflexions sur la mobilité autonome dans la chaîne logistique s'articulent autour deux champs principaux :

1. les environnements fermés, tels que les sites de stockage ou encore les entrepôts de distribution ;
2. les environnements ouverts qui englobent notamment l'ensemble de l'activité de transport[35].

[34] KIM, E., KIM, Y. et PARK, J., January 2022, « The Necessity of Introducing Autonomous Trucks in Logistics 4.0 », *Sustainability*,

[35] VAN MELDERT, B., DE BOECK, L., June 2016, « Introducing autonomous vehicles in logistics: a review from a broad perspective », FEB Research Report KBI_1618, KU Leuven - Faculty of Economics and Business, Leuven (Belgium).Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Sur le premier volet, le développement de robots ou droïdes autonomes connaît un développement très rapide dans les ateliers. Dans le domaine des véhicules autonomes de livraison, une grande variété est notable avec des véhicules qui peuvent être terrestres ou aériens avec les drones[36]. Concernant les véhicules autonomes de livraison terrestres, il est possible d'en distinguer plusieurs types :

- les robots-suiveurs qui portent des charges lourdes en suivant un livreur humain, à l'image des solutions proposées par l'entreprise française TwinswHeel ;
- les robots autonomes qui constituent des solutions de livraison du dernier mètre amenés à circuler sur des trottoirs ou sur des voies piétonnes ;
- les véhicules autonomes à basse vitesse qui s'apparentent à des *pods* circulant sur route ouverte et sont pensés principalement pour la livraison du dernier kilomètre, notamment dans les centres urbains ;
- les véhicules autonomes à haute vitesse, prévus notamment pour le transport de marchandises longue distance. Cette catégorie inclut le développement de poids lourds automatisés ou encore les réflexions autour des flottes de camions automatisés et connectés (*platooning*)[37].

La diversité de ces types de véhicules autonomes devrait conduire à l'émergence de multiples solutions de livraison, qui peuvent notamment être combinées au sein d'une même chaîne logistique. Par exemple, une navette autonome pourrait être associée à un robot ou un drone pour assurer la livraison dans les derniers mètres, comme cela est expérimenté à Sakaimachi au Japon[38]. L'impact de ces nouvelles solutions techniques sur la chaîne logistique dépendra néanmoins du niveau d'automatisation réel de ces futurs véhicules[39].

Vers un mix du transport de passagers et marchandises ?

Le développement de la mobilité autonome à la demande a également conduit les acteurs du secteur à réinvestir la problématique du mix entre le transport des passagers et des marchandises. Des réflexions sur ce thème ont émergé dès 2007, la Commission européenne soulignant notamment l'intérêt de penser le système logistique comme un tout associant à la fois les personnes et les biens[40].

Cette orientation s'explique par une anticipation à la hausse des besoins en matière de logistique dans les villes. Elle est aussi liée à la hausse du taux d'urbanisation et au développement très rapide du commerce en ligne, notamment avec la crise sanitaire liée au Covid-19. Cette évolution se couple au constat d'une sous-exploitation des réseaux de transports publics existants[41], notamment dans les périodes creuses de la journée. Les acteurs réfléchissent donc à l'optimisation de l'exploitation de ces réseaux en associant au transport de passagers un possible transport de marchandises.

[36] TOUAMI, S., 27 novembre 2020, Véhicules de livraison autonomes. Une solution pour l'avenir ?, LVMT.

[37] Voir par exemple sur ce sujet le projet ENSEMBLE de la Commission européenne à https://platooningensemble.eu/project.

[38] L'opérateur Boldly y teste l'associaton de navettes Navya avec des drones pour la livraison de colis, https://www.youtube.com/watch?v=1sS-T4GIE38.

[39] ABOULKACEM, E. COMBES, F., janvier 2019, Le véhicule autonome va-t-il transformer en profondeur le transport de marchandises ?, Research Report, IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux.

[40] European Commission, 25 September 2007, Green Paper « Towards a new culture for urban mobility », MEMO/07/379.

[41] TRENTINI, A., MASSON, R., LEHUÉDÉ, F., MALHÉNÉ, N., PÉTON, O. et TLAHIG, H., August 2012, "A shared "passengers & goods " city logistics system", 4th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain, Quebec, Canada. 10p. hal-00861728.



Le couplage des flux de biens et de passagers constitue déjà un élément central dans les réflexions à développer autour du transport de longue distance. C'est par exemple le cas dans le transport aérien, voire dans une moindre mesure dans le transport maritime. L'association est néanmoins plus aisée sur ces trajets en avion ou en bateau dans la mesure où les flux entre les personnes et les biens tendent à se confondre[42].

En revanche, le couplage apparaît plus compliqué pour le transport terrestre de courte distance ou pour la livraison du dernier kilomètre. Les travaux qui se sont réellement intéressés à la problématique sont toutefois peu nombreux. Ils se focalisent sur la modélisation de la rentabilité économique[43] et s'inspirent notamment des études déjà réalisées sur la possibilité de ce couplage du transport des personnes et des colis pour les taxis.

Cette problématique est abordée à l'aune du problème dit du partage de la course (SARP – *share-a-ride problem*). La différence de nature entre les passagers et les marchandises induit un traitement distinct par les chauffeurs de taxis, qui génère donc un coût différent pour la course. Les passagers ne tolèrent qu'une faible augmentation de leur temps de trajet, ce qui incite les taxis à leur donner la priorité.

De nombreuses simulations ont été mises en place pour évaluer le niveau et les conditions à partir desquels une hybridation entre le transport de passagers et de marchandises pourrait être rentable[44]. Peu d'expérimentations pratiques ont néanmoins été mises en œuvre. L'ensemble des travaux converge pour souligner que la rentabilité de telles solutions hybrides de transport ne sera réellement envisageable que dans le cas d'une superposition importante entre les flux de passagers et les flux de marchandises.

Outre une hybridation du véhicule[45], d'autres études soulignent également l'intérêt de penser une hybridation du système de mobilité dans le temps[46]. Cette hybridation temporelle pourrait par exemple conduire à un recours aux moyens de transport publics à des fins logistiques lors de moments spécifiques, comme les périodes creuses de la journée, qui sont sous-utilisés pour le transport de personnes.

La réflexion sur l'hybridation entre le transport de passagers et le transport de marchandises reste dans tous les cas très largement dominée par une approche urbaine de la logistique et la livraison du dernier kilomètre. La problématique de sa transposition au monde rural constitue encore un angle mort dans ces travaux. Il en est de même dans les réflexions et les projets qui s'intéressent aux applications de la mobilité autonome pour le fret et la logistique.

[42] SAVELSBERGH, M., VAN WOENSEL, T., May 2016, "50th Anniversary Invited Article—City Logistics: Challenges and Opportunities", *Transportation Science*, vol. 50, 2, pp. 363-761.

[43] LI, B., KRUSHINSKY, D., VAN WOENSEL, T., REIJERS, H.., June 2016, "The Share-a-Ride problem with stochastic travel times and stochastic delivery locations", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 67, pp. 95-108.

[44] LI, B., KRUSHINSKY, D., VAN WOENSEL, T., REIJERS, H., February 2016, "An adaptive large neighborhood search heuristic for the share-a-ride problem", *Computers & Operations Research*, vol. 66, pp. 170-180.

[45] BURGGRAAF, D., JOVANOVA, J., July 2021, "Design of a multi-functional vehicle which supports passenger and cargo transport", 2021 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM).

[46] PIMENTEL, C., ALVELOS, F., January 2018, "Integrated urban freight logistics combining passenger and freight flows – mathematical model proposal", *Transportation Research Procedia*, vol. 30, pp. 80-89.

La stratégie nationale pour la mobilité autonome des marchandises

En France, la mobilité autonome pour le fret et la logistique apparaît moins avancée que celle autour du transport de passagers. Les échanges de la filière sur ce sujet se structurent au sein du troisième comité de France Véhicules Autonomes, baptisé « Transport de Biens et Logistique Autonome » (TBLA). Ce comité s'est doté d'une feuille de route en octobre 2020. Elle vise à favoriser l'expression des besoins identifiés par les acteurs de la filière pour ensuite définir des cas d'usage pertinents pour l'automatisation des véhicules du fret et de la logistique.

Les apports potentiels de la mobilité autonome au fret et à la logistique

La stratégie nationale pour le développement de la mobilité routière autonome, actualisée fin 2020, souligne qu'elle est susceptible de répondre à plusieurs enjeux qui marquent actuellement le fret et la logistique[47]. Ce processus d'automatisation de la conduite est également présenté comme une réponse aux crises multiples que traverse le secteur. Ces crises concernent aussi bien :

- la mutation progressive de modes de livraison, avec la prégnance croissante de la livraison du dernier kilomètre ;
- la nécessité de réduire l'empreinte carbone de la chaîne logistique ;
- les pénuries de main-d'œuvre avec une population de chauffeurs-livreurs vieillissante et des difficultés de recrutement qui s'accentuent ;
- la saturation des entrepôts logistiques, liée à la pression accrue provoquée par l'augmentation des prix du foncier, qui invite à limiter les stocks.

Face à ces multiples défis, l'introduction de véhicules autonomes permettrait de réduire l'empreinte environnementale de la chaîne logistique, de réduire les coûts avec un gain estimé entre 10 % et 40 % par rapport aux méthodes de livraison traditionnelle[48], d'améliorer l'efficacité globale du secteur et de réduire le nombre d'accidents, à l'image de ce qui est envisagé pour la mobilité autonome des passagers.

Pour autant, les applications réelles de l'automatisation de la conduite aux activités du fret et de la logistique restent encore limitées. Comme l'a expliqué lors d'un atelier à la Communauté[49] Christophe Schmitt, directeur des relations institutionnelles du Groupe Heppner et co-président de la commission logistique urbaine de l'Union des Entreprises Transport et Logistique de France (U-TLF), la première marche de l'automatisation dans le fret de longue distance concernera la conduite sur des morceaux de parcours sur autoroutes sans nécessité de charger les camions.

Toutefois, Christophe Schmitt a indiqué son scepticisme quant à la possibilité d'aller rapidement plus loin dans l'automatisation étant donné les problèmes d'acceptabilité et d'assurance. Par ailleurs, les questions de transition énergétique liées à l'obligation de décarbonation des parcs de véhicules, à l'horizon 2030-2050, sont aujourd'hui prioritaires pour les entreprises de transport routier de marchandises.

En tant que professionnel du fret et de la logistique, il s'est ainsi dit plus intéressé par l'automatisation de la fonction de livraison, par exemple pour le chargement et le déchargement des camions, que du véhicule en tant que tel. En effet, la complexité des opérations de logistique a rendu pour l'instant impossible la mise en œuvre des projets de véhicules autonomes annoncés il y a déjà plusieurs années par DHL ou La Poste.

[47] DGITM, 20/10/2021, « Développement du véhicule automatisé et connecté : état des lieux des actions».

[48] JOERSS, M., SCHRODER, J., NEUHAUS, F., MANN, F., September 2016, *Parcel delivery. The future of last mile*, McKinsey.

[49] Atelier 18, 13/10/2022.

Les cas d'usage envisagés pour le fret et la logistique autonome

Les travaux conduits par les acteurs de la filière dans le cadre du comité Transport de Biens et Logistique Autonome (TBLA) ont déjà permis d'identifier plusieurs types de cas d'usage :

1. **La logistique urbaine**. L'objectif est d'évaluer l'apport de la mobilité autonome pour les programmes de livraison du dernier kilomètre. Par exemple, cela pourrait se traduire par l'utilisation de robots-livreurs pouvant desservir des sites privés, des zones publiques dotées de consignes ou bien favoriser le transit des marchandises entre différentes solutions modales.

2. **La logistique sur des sites privés.** Il s'agit dans ce cadre d'évaluer l'apport de la mobilité autonome au fret et à la logistique avec des vitesses de circulation inférieures à 30 km/h, adaptées à une circulation sur des sites industriels, des ports, des aéroports ou encore sur des centres logistiques.

3. **La mobilité automatisée sur les routes et les autoroutes.** Ce dernier type de cas d'usage concerne principalement le fret longue distance. Il incorpore notamment des réflexions sur la mise en place de voies dédiées, sur l'automatisation des voies autoroutières ou encore au recours à la technique du platooning pour le transport de biens de longue distance.

Pour répondre à ces différents cas d'usage, la stratégie nationale considère plusieurs types de véhicules autonomes :

- les engins-livreurs en milieu urbain dense ;
- l'automatisation de certaines tâches de conduite pour les poids lourds ;
- les véhicules utilitaires légers spécialisés dans la livraison qui utiliseraient les infrastructures mises en place pour la mobilité autonome de passagers.

À court terme, la stratégie nationale souligne l'importance de se focaliser sur l'utilisation de la mobilité autonome pour le transport de biens sur des sites fermés et d'avancer sur la réflexion pour la livraison du dernier kilomètre en centre-ville[50]. Les cas d'usage testés dans le cadre des expérimentations de logistique autonome devront ainsi se focaliser en premier lieu sur des zones spécifiques dans des environnements fermés, avant d'être étendus à des sites privés complets et enfin à la desserte de zones ouvertes plus importantes.

[50] France, Gouvernement, décembre 2020, Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022, p. 7. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20171_strategie-nationale-vehicule%20automatise_web.pdf.



Expérimentations de la mobilité autonome des marchandises

Le développement de la mobilité autonome s'appuie de manière croissante sur de grands programmes nationaux et européens d'expérimentations qui incluent des applications pour le fret et la logistique. La question du mix entre le transport de personnes et de marchandises y est abordée sans qu'elle ne joue pour autant un rôle structurant dans ces projets.

Les programmes d'expérimentation de fret et de logistique autonomes

L'exploration des implications de la mobilité autonome pour le transport de biens a suscité jusqu'à présent un intérêt bien moindre que celui qui a prévalu pour le transport de personnes. Ainsi, seules quelques expérimentations ont porté sur le test de solutions de mobilité autonome pour le fret et la logistique.

En France, le programme national Expérimentation du Véhicule Routier Autonome (EVRA) démarré en 2019 n'a accordé qu'une faible place à ce thème. Sur les 16 expérimentations retenues, seule une a été consacrée à la logistique urbaine autonome dans le cadre du projet Sécurité et Acceptabilité de la Mobilité autonome (SAM). Baptisé Carreta et conduit par l'entreprise TwinswHeel, ce projet vise à expérimenter des droïdes de livraison pour optimiser le système de livraison en centre-ville de Montpellier (voir encadré). En dehors du programme EVRA, la ville de Troyes a également engagé un projet d'expérimentation de ce type, focalisé sur la problématique de la livraison du dernier kilomètre en partenariat avec l'entreprise allemande Spring Mobility[51].

> ***L'enjeu est d'amener aux collectivités l'organisation du transport de passagers, mais aussi de les pousser à réfléchir sur l'organisation de la mobilité des marchandises. Le développement du projet RIMA pourrait apporter une réponse au développement de l'e-commerce pendant la crise sanitaire du Covid-19. Les flux de proximité permettront d'alimenter un modèle économique.***
>
> *Benjamin Beaudet, Directeur général de beti*
> *C05, 5 octobre 2022*

[51] Spring, 06/10/2021, "Les véhicules autonomes de livraison urbaine rouleront bientôt en France", https://www.sprint-project.com/wp-content/uploads/2021/10/2021.10.06.cp_premiere_exp_vehicule_autonome_livraison_urbaine-fr.pdf.



L'EXPÉRIMENTATION CARRETA

L'expérimentation Carreta est conduite à Montpellier par la startup TwinswHeel[52], qui fabrique des droïdes de logistique pour seconder les personnes dans le port de charges lourdes, dans le cadre du projet SAM (Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome). Un droïde est un petit robot livreur 100 % électrique, autonome et pouvant porter plus que son propre poids à vide.

Présentée à la Communauté[53] par Vincent Talon, fondateur avec son frère jumeau de TwinswHeel, l'expérimentation associe les groupes La Poste, Stef et GRDF et bénéficie du soutien de la ville et de la métropole. Elle est également soutenue par le pôle de compétitivité Cara – *European Cluster for Mobility Solutions* et des laboratoires de recherche locaux comme les Mines d'Alès, Neoma Business School et l'Université de Montpellier.

L'objectif de l'expérimentation est le transport de marchandises en centre-ville. Elle implique plusieurs points d'évaluation et d'étude aux niveaux :

- technique (tests, plans de validation, catalogues de scénarios d'homologation, analyse en cycle de vie, impacts environnementaux) ;
- économique (modèle économique et passage à l'échelle, modèle de gouvernance qui est aujourd'hui très libéral, impacts sur les entreprises de transport et sur le territoire en termes de trafic, d'emploi, etc.) ;
- social (impact sur la sécurité routière, comportement des autres usagers de la voirie, acceptabilité concernant les interfaces homme-machine, la manière de se déplacer des robots, etc.).

L'expérimentation comporte deux phases de tests. La première, qui s'est terminée à l'automne 2022, a eu lieu dans le quartier Antigone qui est entièrement piéton. L'ODD (*Operational design domain*) testé était plus simple car les trois robots évoluaient sur de larges avenues piétonnes. Il s'agissait de faire la validation technique et la définition des processus industriels de livraison avec La Poste sur la collecte et la livraison de colis ou la réalimentation de facteurs.

La deuxième phase qui est en cours se déroule dans le quartier Écusson qui est le cœur historique de Montpellier avec des rues très étroites. Cinq droïdes seront déployés pour tester des ODD plus complexes à cause de ces petites rues commerçantes et animées. Là encore, le but est de faire des validations techniques et de processus industriels de livraison afin d'avoir plusieurs pilotes de service concernant la livraison de colis entre bureaux de postes, la livraison pour l'entreprise de logistique du froid Stef afin de réapprovisionner les magasins de bouche, et la détection de fuites de gaz la nuit grâce au robot pour GRDF.

[53] Atelier 18, 13/10/2022.

[54] France, Gouvernement, 20/10/2021, Investissements d'avenir : lancement de la stratégie d'accélération « Digitalisation et décarbonation des mobilités » et de l'appel à projets, « Mobilités routières automatisées, infrastructures de service connectées et bas carbone » https://www.gouvernement.fr/investissements-d-avenir-l-lancement-de-la-strategie-d-acceleration-digitalisation-et-decarbonation.

Une accélération des réflexions sur le thème du fret et de la logistique autonomes est néanmoins notable. En effet, le gouvernement a dévoilé les 20 et 21 octobre 2021 sa stratégie d'accélération pour la « Digitalisation et la Décarbonation des Mobilités »[54]. Cette stratégie est financée par le quatrième Programme d'investissement d'avenir (PIA4) lui consacrant une enveloppe de 570 millions d'euros.

Dans le cadre de la stratégie, un appel à projet sur la logistique 4.0 a été lancé et doté d'une enveloppe prévisionnelle de 90 millions d'euros. Dans le détail, cet appel à projets cible trois besoins majeurs : la digitalisation des chaînes logistiques depuis les frontières du territoire jusqu'au dernier kilomètre, l'automatisation des chaînes logistiques et la transition vers des chaînes logistiques économiquement durables.

Au niveau européen, la Commission européenne a également initié un programme d'expérimentations sur ce thème baptisé *All Weather Autonomous Real Logistics Operations and Demonstrations* (AWARD)[55]. Ce projet comporte un financement de 20 millions d'euros pour démontrer la faisabilité d'un système de livraison autonome dans des conditions météorologiques difficiles.

Il vise à tester des solutions de mobilité autonome dans différents cas d'usage : le chargement ou le déchargement de chariots élévateurs, un service de navette de plate-forme à plate-forme, un service de répartition automatisée des bagages dans les aéroports, ou encore une solution de chargement de navires dans les ports. Le consortium regroupe 29 acteurs de la filière et est piloté par le fabricant français de solutions de mobilité autonome EasyMile.

Le mix passagers/marchandises dans les expérimentations

La problématique de la faisabilité d'un éventuel mix entre le transport de passagers et de marchandises reste rarement approfondie dans les expérimentations de véhicules autonomes. Le projet européen d'expérimentations SHOW a toutefois inscrit dans ses objectifs l'évaluation de l'intérêt potentiel d'un mix entre le transport de personnes et de biens.

C'était notamment le cas pour le projet initialement prévu à Rennes mais qui a été abandonné. Conduit par Keolis en partenariat avec le CHU de la ville, il visait à évaluer le nombre d'utilisateurs potentiels des navettes autonomes. Il cherchait également à évaluer les besoins éventuels en matière de transport de fret nocturne dans une perspective d'utilisation duale des navettes, dédiées aux personnes le jour et aux biens la nuit.

Un autre exemple issu du programme SHOW est l'expérimentation conduite sur le site de Graz en Autriche. Basé sur des véhicules classiques (Ford Fusion, Kia e-soul), le projet intègre le transport et l'achat de biens par les passagers selon le niveau de chargement du coffre du véhicule. Un autre projet de SHOW mené à Trikala en Grèce associe également le transport de passagers et de marchandises. Deux navettes autonomes doivent circuler sur 6,8km entre le centre de la ville et la station de bus en desservant des pôles d'activité, notamment l'hôpital et une laiterie. Un véhicule autonome cargo baptisé FURBOT sera également utilisé la nuit pour le transport de marchandises.

[55] European Commission, Horizon 2020, 2020, « All Weather Autonomous Real logistics operations and Demonstrations", All Weather Autonomous Real logistics operations and Demonstrations | AWARD Project | Fact Sheet | H2020 | CORDIS | European Commission (europa.eu).

Ces expérimentations illustrent le fait que le mix passagers/marchandises est principalement pensé à l'aune d'une utilisation duale des navettes, un temps dédié au transport de passagers et un autre, souvent la nuit, au transport de marchandises. Cette solution revient à une mutualisation des véhicules autonomes et de leur infrastructure en fonction de la demande et de l'heure de la journée.

Des réflexions similaires ont également été conduites autour d'une potentielle hybridation de navettes autonomes dotées de système de *lockers*[56]. C'est notamment le cas au sein du projet d'expérimentation conduit par Goggo Network et Carrefour sur le plateau de Saclay[57] ou encore au sein de l'expérimentation Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA) auquel s'est associée la Communauté d'intérêt et qui est présentée dans le chapitre suivant. Les résultats restent néanmoins encore incertains, du fait des nombreuses contraintes et variables à prendre en compte. La conception des véhicules est en effet dépendante de l'arbitrage à réaliser entre la place laissée aux passagers et celle consacrée aux marchandises[58]. Les projets de véhicules autonomes modulaires qui sont actuellement présentés, notamment le projet e-Palette de Toyota, en constitue autant d'illustrations.

Au final, le secteur du fret et de la logistique connaît une transformation profonde sous l'effet de l'introduction du digital. Baptisée « logistique 4.0 », cette révolution accorde une place importante à la mobilité autonome, qu'elle soit routière ou aérienne. Cette révolution nourrit une vive réflexion sur un éventuel mix entre le transport des passagers et celui des marchandises. Elle porte à la fois sur la mise en place de solutions de transports modulaires ou sur l'utilisation différée des services de mobilité autonome avec par exemple des navettes autonomes effectuant du transport de passagers la journée et de marchandises la nuit.

En France, les discussions au sein de la filière sont structurées par le comité « Transport de Biens et Logistique Autonome » (TBLA) de France Véhicules Autonomes. La stratégie nationale cible notamment les cas d'usage de la desserte de sites privés ou encore de la livraison du dernier kilomètre. Le nombre d'expérimentations intégrant la mobilité autonome au transport de marchandises reste toutefois faible. De grands programmes français (Digitalisation et Décarbonation des Mobilités) et européens (AWARD) devraient conduire à une multiplication du nombre d'expérimentations à l'œuvre sur le fret et la logistique autonome. Le mix entre le transport des passagers et des marchandises reste pour sa part rarement abordé. Le programme européen SHOW fait exception avec 4 expérimentations destinées à approfondir ce thème. Il en est de même pour le projet « Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée » (RIMA) qui se déroulera à partir de 2023 dans la Drôme et auquel s'est associée la Communauté d'intérêt.

[56] BEIRIGO, B., SCHULTE, F., NEGENBORN, R, January 2018, "Integrating People and Freight Transportation Using Shared Autonomous Vehicles with Compartments", *IFAC-PapersOnLine*, vol. 51, issue 9, pp. 392-397.

[57] Carrefour, 05/12/2022, "Carrefour et Goggo Network s'associent pour développer le futur de la livraison autonome", https://www.carrefour.com/fr/news/2022/carrefour-et-goggo-network-sassocient.

[58] VAN DER THOLEN, M., BEIRIGO, B., JOVANOVA, J., SCHULTE, F., 2021, "The Share-A-Ride Problem with Integrated Routing and Design Decisions: The Case of Mixed-Purpose Shared Autonomous Vehicles", in MES, M., LALLA-RUIZ, E., VOSS, S. (eds.), *Computational Logistics*, ICCL 2021, vol. 13004, pp. 347-361.

✦

Ce benchmark met en évidence des évolutions importantes dans la manière dont sont conduites les expérimentations de navettes autonomes dans le monde. Les acteurs ne cherchent plus aujourd'hui à multiplier les projets, mais concentrent leurs efforts sur un nombre plus restreint d'expérimentations. Ils poursuivent une stratégie qui se rapproche en cela de celles des acteurs américains et chinois avec les robots-taxis.

Ce changement qualitatif résulte d'une évolution du modèle économique des acteurs de la mobilité autonome en Europe. En effet, ils ne cherchent plus tant à vendre des navettes qu'à développer un système de conduite autonome efficace. Il s'agit de concentrer les efforts de recherche et de développement pour mener des projets qui permettent de lever des verrous technologiques tels que le retrait de l'opérateur de sécurité à bord, la mise en réseau d'une flotte de navettes ou encore l'augmentation de la vitesse de circulation.

Cette évolution est conforme aux ambitions des partenaires de la Communauté d'intérêt. Le lancement des travaux devait conduire à la mise en place d'une expérimentation différenciante qui permette de tester concrètement l'hypothèse de l'apport de la mobilité autonome dans les territoires ruraux et périurbains. Les travaux menés tout au long des trois dernières années ont souligné l'importance de ne pas reproduire l'une des multiples expérimentations déjà mises en oeuvre, parfois qualifiées de « tour de manège », pour être en mesure d'apporter une contribution concrète sur le déploiement et l'exploitation d'un service de mobilité autonome en zone peu dense.

Dans cette perspective, les membres de la Communauté ont fait le choix de s'associer à un projet original, suffisamment mature et ambitieux pour tirer des enseignements en matière de service. Cette volonté s'est traduite par l'élaboration du projet de "Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée " (RIMA) qui sera conduit en 2023-2024 sur le territoire rural de Crest-Val de Drôme qui est présenté en détail dans le prochain chapitre.

LES POINTS À RETENIR :

1. De nombreuses expérimentations de navettes autonomes ont eu lieu dans le monde depuis le milieu des années 2010. Elles ont été principalement réalisées avec les navettes autonomes de Navya et EasyMile, deux acteurs français leaders dans le domaine.

2. Le nombre d'expérimentations de navettes autonomes tend à diminuer. Si les projets sont aujourd'hui moins nombreux, ils sont également beaucoup plus ambitieux. Ils visent désormais à tester des services impliquant la circulation de plusieurs navettes autonomes sans opérateur à bord selon une logique de couverture de zone.

3. Cette approche est similaire à celle adoptée par les acteurs américains et chinois de la mobilité autonome. Malgré les montants investis, les services de robots-taxis proposés restent néanmoins encore limités en matière de superficie de territoire couverte ou de capacité à faire circuler des véhicules sans opérateur de sécurité à bord.

4. Les acteurs américains et chinois cherchent aujourd'hui à élargir progressivement la couverture géographique et l'amplitude horaire de leurs services de robots-taxis. Autre évolution, ils tendent à abandonner progressivement des plateformes basées sur des véhicules individuels pour s'équiper de véhicules collectifs dont le format est plus proche des navettes autonomes privilégiées par les acteurs français et européens.

5. Le développement des technologies de conduite autonome pour le fret et la logistique reste encore très limité. Seul un nombre très restreint d'expérimentations de mobilité autonome concerne par ailleurs le mix entre le transport de personnes et de biens. Une telle hybridation pourrait pourtant faire émerger un modèle économique plus attractif pour les services de mobilité autonome.



CHAPITRE 3

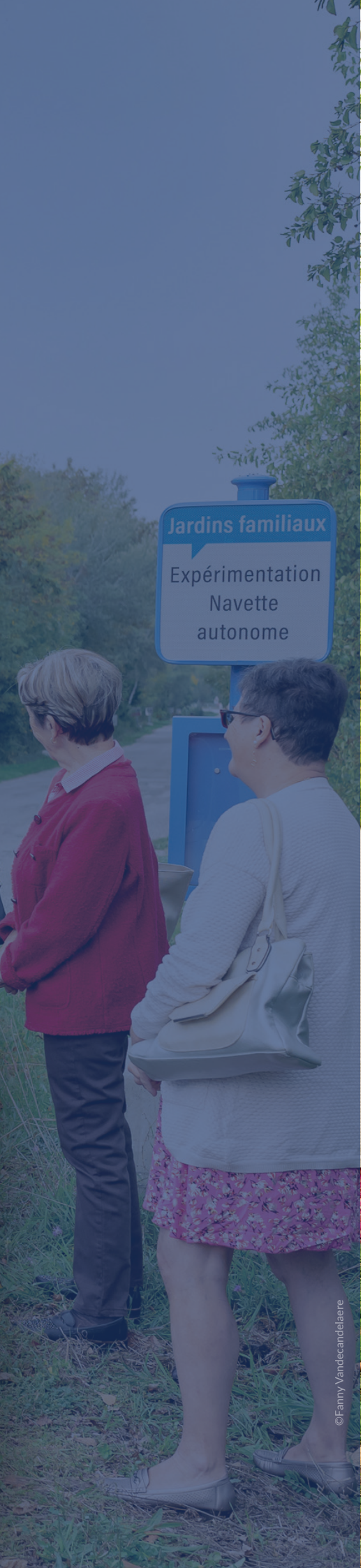
TESTER UN SERVICE DE MOBILITÉ AUTONOME EN TERRITOIRE RURAL : LE PROJET RIMA

Les entreprises membres de la Communauté d'intérêt du Movin'On sur le véhicule autonome (CIVA) ont exprimé, dès l'origine, leur volonté de tester concrètement le déploiement d'un service de mobilité autonome partagée en zone rurale.

Dans cette perspective, la Communauté va contribuer en 2023 et 2024 au projet « Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée » (RIMA) qui sera mené sur le territoire de la ville de Crest et de la Communauté de communes du Val de Drôme (partie 1). Dans le cadre du projet RIMA, la Communauté sera ainsi en mesure de tester ses hypothèses pour favoriser le déploiement de la mobilité autonome de manière durable et inclusive au service des territoires périurbains et ruraux.

Elle aura la charge d'analyser l'acceptabilité et l'acceptation du service de mobilité mis en place, ainsi que l'expérience vécue par les passagers des navettes autonomes (partie 2). Les travaux porteront également sur l'inscription du réseau de mobilité automatisée dans le territoire auprès des habitants et de l'ensemble des acteurs politiques, administratifs, économiques et associatifs (partie 3).

Les résultats produits permettront ainsi de nourrir et de renforcer la pertinence du service proposé. Ils serviront également à valider la possibilité de pérenniser un réseau hybride de navettes autonomes en territoire rural qui soit économiquement viable. Ces enquêtes portées par la Communauté d'intérêt contribueront enfin à identifier les facteurs à prendre en compte pour favoriser la réplicabilité d'un tel pilote de service de mobilité autonome sur d'autres territoires peu denses.



©Fanny Vandecandelaere

p. 146

PARTIE 1

L'ENGAGEMENT DE LA COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT DANS LE PROJET RIMA

Le projet RIMA conduit dans le Val de Drôme a été sélectionné par la Communauté d'intérêt comme étant l'expérimentation de véhicules autonomes correspondant le mieux à ses objectifs et son ambition.

p. 162

PARTIE 2

DE L'ACCEPTABILITÉ ET L'ACCEPTATION À L'EXPÉRIENCE PASSAGER

La Communauté d'intérêt plaide pour un élargissement de la manière d'aborder les notions d'acceptabilité et d'acceptation des véhicules autonomes. Elle mènera des enquêtes destinées à mesurer l'expérience passager vécue par les utilisateurs du service de navettes autonomes.

p. 178

PARTIE 3

ÉVALUER L'INSCRIPTION DU SERVICE DANS LE TERRITOIRE

Au-delà de la mesure de l'expérience passager, les travaux de la Communauté d'intérêt ont mis en évidence l'importance d'envisager l'expérimentation d'une navette autonome à l'aune du contexte territorial au sein duquel il s'insère.
Dans le cadre du projet RIMA, elle analysera l'inscription du service dans le territoire de Crest et du Val de Drôme afin de s'assurer qu'il serve aux mieux les attentes et les intérêts des différentes parties prenantes.

L'ENGAGEMENT DE LA COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT DANS LE PROJET RIMA

Le projet RIMA conduit dans le Val de Drôme a été considéré par la Communauté d'intérêt comme l'expérimentation de véhicules autonomes correspondant le mieux à ses objectifs et son ambition. Après avoir testé en 2020-2021 la circulation en zone rurale d'une navette autonome, les partenaires initiaux de l'expérimentation que sont beti, Navya et le Groupe Vinci, qui ont rejoint la Communauté l'an dernier, ont en effet souhaité approfondir ses aspects économique et serviciel avec ce nouveau projet en vue d'un futur déploiement commercial d'une flotte de véhicules autonomes sur le territoire du Val de Drôme.

Une candidature a ainsi été soumise par ces trois acteurs et la Macif, en tant que pilote de la Communauté d'intérêt, dans le cadre de l'appel à projets sur les Mobilités Routières Automatisées proposé au sein du quatrième Plan d'investissement d'avenir (PIA 4) et piloté par la Banque Publique d'Investissement. Le projet RIMA a été retenu le 15 novembre 2022 par l'État pour bénéficier d'un financement public qui permettra la mise en place d'un véritable pilote de services de mobilité automatisée en territoire rural.

Les objectifs de la Communauté dans le projet d'expérimentation

Les échanges menés lors des ateliers, des Conseils d'orientation, ou encore lors des rencontres des CEO des entreprises membres ont permis d'identifier plusieurs lignes de force pour le projet d'expérimentation que la Communauté a souhaité rejoindre. Celles-ci concernent à la fois le type de véhicule autonome utilisé, les cas d'usage testés et le territoire de déploiement, l'attention portée aux usages de la technologie et au modèle économique autour de ce nouveau service de mobilité.

Un véhicule autonome partagé et collectif

Les travaux ont permis de mettre en évidence la polysémie du concept de « véhicule autonome » (niveau d'automatisation, type de véhicule, etc.). La Communauté a fait le choix de se focaliser sur les navettes autonomes. Ce choix prolonge un parti pris fort consistant à plaider pour un modèle de mobilité autonome partagée et collective qui contraste avec les modèles de déploiement centrés sur les véhicules autonomes individuels qui prédominaient au milieu des années 2010.

Dans ce contexte, le véhicule autonome personnel ou le robot-taxi n'ont pas été retenus pour l'expérimentation. Ce choix s'explique par la volonté de la Communauté de privilégier une approche graduelle, crédible à moyen terme, du déploiement des véhicules autonomes qui pourraient dans un premier temps être intégrés dans un réseau de transports publics pour l'étendre et le compléter, notamment grâce à du transport à la demande.

[1] Macif, 21/11/2022, "beti, Macif, NAVYA et Vinci Construction, lauréats du PIA4 dans le cadre d'un projet commun pour développer un Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée en territoire Crest Val de Drôme", https://presse.Macif.fr/actualites/beti-Macif-navya-et-Vinci-construction-laureats-du-pia4-dans-le-cadre-dun-projet-commun-pour-developper-un-reseau-inclusif-de-mobilite-automatisee-en-territoire-crest-val-de-drome-b5c9-821df.html

Au service de l'inclusion sociale et territoriale

L'autre ligne de force défendue par la Communauté porte sur le sens de la technologie de conduite autonome et sa volonté d'œuvrer à ce qu'elle constitue un vrai progrès collectif. Dans cette perspective, son ambition était d'évaluer, grâce à l'expérimentation, l'apport de la mobilité autonome en matière d'inclusion sociale et territoriale.

Sur le premier aspect, les entreprises de la Communauté ont souligné l'importance de ne pas penser l'expérimentation comme un moyen de tester des solutions de mobilité concurrentes à la voiture individuelle. L'ensemble des membres se rejoignent sur la nécessité que l'expérimentation propose une nouvelle solution de mobilité pour des publics qui en sont jusqu'alors dépourvus (ménages modestes, jeunes sans permis, personnes âgées ou handicapées etc.).

Sur le second aspect, ils restent fidèles au parti pris initial de la Communauté consistant à interroger l'apport de services de mobilité autonome dans les zones peu denses, qu'elles soient rurales ou périurbaines.

Comme l'a rappelé Patrick Pélata lors d'un Conseil d'orientation[2], les besoins de mobilité dans ces zones sont très importants et aucune solution n'est pour le moment mise en place pour y répondre. C'est en particulier le cas dans les zones périurbaines où sont réalisés 10 % des déplacements totaux. Le besoin y est donc très fort car, selon lui, 39 % des ménages du 1er quartile n'ont pas de voiture, soit près de 2,8 millions de personnes. Ce besoin explique pourquoi les acteurs américains, notamment Waymo, Cruise ou encore Zoox opèrent leurs services de robots-taxis dans ces zones.

Qui interroge les usages de la technologie

Concernant les objectifs de l'expérimentation, un consensus s'est dégagé entre les membres de la Communauté quant à leur refus de se cantonner à un projet qui viserait à tester, uniquement ou principalement, la faisabilité technique d'une solution de mobilité autonome.

La Communauté a donc souhaité rejoindre une expérimentation déjà éprouvée et suffisamment mature au plan technique pour le déploiement réel d'un véhicule autonome en zone peu dense. Cette caractéristique doit permettre de renforcer l'analyse des aspects non techniques liés à la mise en place d'un service de navettes autonomes, en particulier des usages de la technologie et des conditions d'exploitation du service (association des élus, prise en compte des utilisateurs, recherche d'un modèle d'affaires, conditions de réplicabilité, etc.).

Par conséquent, il apparaît nécessaire d'associer l'ensemble des parties prenantes du territoire, que ce soient les habitants et les usagers mais aussi les élus, les entreprises, et les associations. Cette approche holistique doit permettre de rompre avec une approche techno-déterministe en s'assurant de répondre aux besoins des futurs utilisateurs et des collectivités locales.



[2] Conseil d'orientation 5, 05/10/2022.



Pour tester un modèle de service rentable et réplicable

L'autre élément sur lequel se sont accordés les membres de la Communauté concerne la volonté de mettre en œuvre une expérimentation différenciante par rapport à celles existantes. Cette ambition est conforme au parti pris de la Communauté qui consiste à interroger les usages et le modèle d'affaires d'un transport de passagers autonome. En somme, plutôt que la mise en place d'un autre « PoC »[3], les entreprises de la Communauté aspirent à contribuer au développement d'un véritable pilote de service.

Par ailleurs, elles partagent une même volonté d'approfondir la question de la viabilité économique de la mobilité autonome dans les territoires ruraux et périurbains. Cette ambition se traduit par le refus de tester un modèle qui repose uniquement sur le financement public. Le développement de la supervision déportée d'une flotte de véhicules sans opérateur à bord est ainsi un élément majeur pour permettre un déploiement graduel de services commerciaux de mobilité autonome, et un aspect central dans la perspective de cette expérimentation.

Pour faire face à l'équation économique *a priori* difficile du transport de personnes dans les territoires peu denses, les membres de la Communauté ont souligné leur intérêt pour l'exploration de modèles d'affaires originaux tirant parti de l'étendue du champ de fonctionnement des véhicules autonomes. De ce point de vue, l'exploration du mixte entre le transport autonome de passagers et de marchandises apparaît comme une piste très intéressante.

C'est aussi le cas pour ce qui est de la possibilité de redéployer les véhicules autonomes sur des circuits différents en fonction de l'heure de la journée ou de la période de l'année, pour favoriser le tourisme par exemple. La transformation du rôle de l'opérateur à bord des navettes en un acteur capable de fournir une expérience et des services aux utilisateurs, par exemple des conseils touristiques ou des informations administratives, constitue une autre piste intéressante dont le coût reste toutefois à évaluer.

Les membres de la Communauté se sont enfin accordés sur l'importance de tester dans le cadre de cette expérimentation un service de mobilité qui soit potentiellement réplicable sur d'autres territoires périurbains ou ruraux. Ils ont aussi mis l'accent sur le fait d'avoir une expérimentation se situant à une échelle suffisante de déploiement en termes de couverture territoriale et de matériel roulant pour permettre d'en tirer des conclusions substantielles, c'est-à-dire avec la circulation de plusieurs navettes autonomes capables d'assurer le service sur une zone importante.

Fortes de cette pluralité d'objectifs, les entreprises de la Communauté sont convenues qu'un rapprochement avec l'expérimentation conduite dans le Val de Drôme, dont la première phase de roulage s'est déroulée entre septembre 2020 et juin 2021, constituait l'option la plus intéressante et la plus mature pour tester en pratique ces différentes pistes de travail.

[3] PoC est l'acronyme de l'anglais *Proof of Concept* qui désigne la démonstration de la faisabilité (technique, économique, marketing etc.) d'une innovation.



Retour sur la première phase de l'expérimentation dans le Val de Drôme

L'expérimentation d'une navette autonome dans la vallée de la Drôme Aval trouve ses origines dans la structuration d'un consortium d'acteurs locaux impliqués dans le développement de la mobilité autonome en région Auvergne-Rhône-Alpes. La première phase de l'expérimentation, démarrée en septembre 2020 et qui s'est achevée à l'été 2021, s'est focalisée sur le volet technique consistant à faire rouler une navette autonome dans un territoire rural.

La structuration et les acteurs du projet

L'expérimentation d'une navette autonome en milieu rural dans le Val de Drôme a été permise par la rencontre et la coopération entre plusieurs acteurs locaux, à la fois économiques et politiques, fortement investis dans la promotion des véhicules autonomes collectifs.

Les premiers acteurs étaient les porteurs initiaux du projet, à savoir :

- beti, opérateur de mobilité automatisée filiale de la société drômoise d'autocars et de voyages Bertolami ;
- Navya, le constructeur lyonnais de navettes autonomes et éditeurs de solutions logicielles de conduite automatisée ;
- Eurovia, concepteur, installateur, mainteneur d'infrastructure et de ses équipements, filiale du Groupe Vinci Construction.

Les seconds étaient les partenaires financiers du projet organisé sur leur territoire :

- la Région Auvergne-Rhône-Alpes (AURA) ;
- le Département de la Drôme ;
- la Communauté de communes du Val de Drôme (CCVDD) en Biovallée ;
- la ville de Crest.

Ce projet d'expérimentation a été perçu positivement par les acteurs politiques locaux dans la mesure où il permettait de répondre à deux problèmes clés : l'absence de solutions de mobilité et l'attractivité d'entreprises de premier plan sur le territoire, avec par exemple l'installation d'un laboratoire de l'Oréal dans la Biovallée. L'attractivité économique et résidentielle requiert de répondre à cette faible dotation en transports sur le territoire. Les élus ont donc besoin de compléter les réseaux structurants de longue distance avec des solutions de proximité.

La Région Auvergne-Rhône-Alpes s'est impliquée dans le soutien de cette expérimentation après avoir déjà été sollicitée à la fois par Eurovia et par l'entreprise beti pour un projet de navette autonome dans la station de ski de Val Thorens. Elle a ainsi lancé un appel d'offres pour l'expérimentation d'un service de navette autonome en milieu rural.

Le choix final de retenir le dispositif proposé par beti a conduit la Région à passer en 2019 un marché public avec la société d'autocars drômoise pour tester le déploiement d'une navette autonome dans la vallée de la Drôme. En tant que maître d'ouvrage, la Région a financé 80 % de la première phase de l'expérimentation déployée de septembre 2020 à juin 2021, soit environ 220 000 euros sur les 280 000 euros du budget total du projet.

Elle a également passé un autre contrat de 30 000 euros avec le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) pour réaliser l'évaluation de l'acceptabilité de la navette par les usagers et les habitants du territoire. L'objectif était d'avoir une analyse et une validation de l'expérimentation de la part d'un acteur tiers neutre par rapport aux porteurs du projet.

La partie sur l'infrastructure a quant à elle été traitée séparément et laissée à la main du département de la Drôme. Ce dernier a accepté de participer à l'expérimentation à la fois par opportunité et par intérêt pour l'innovation en matière de mobilité solidaire et d'amélioration de l'infrastructure routière. Le Département a ainsi subventionné la Communauté de communes du Val de Drôme et la ville de Crest à hauteur de 15 000 euros pour l'infrastructure frugale déployée pour la première phase des tests, principalement les panneaux de signalisation placés tous les 24 mètres du parcours qui ont servi au positionnement et à la circulation de la navette autonome.

La ville de Crest et la CCVDD ont également accordé une subvention de 7 500 euros chacune aux porteurs du projet pour financer la mise à niveau de l'infrastructure, notamment l'abri et les quais nécessaires aux différents arrêts fixes sur son trajet. Les travaux sur la voirie ont été réalisés par Eurovia pour la ville de Crest qui est aussi intervenue sur le territoire de l'intercommunalité voisine grâce à une convention signée avec cette dernière. L'intercommunalité a en outre mis à la disposition des salles de réunion ou encore un espace près de l'Écosite à Eurre pour stocker la navette et permettre son rechargement.



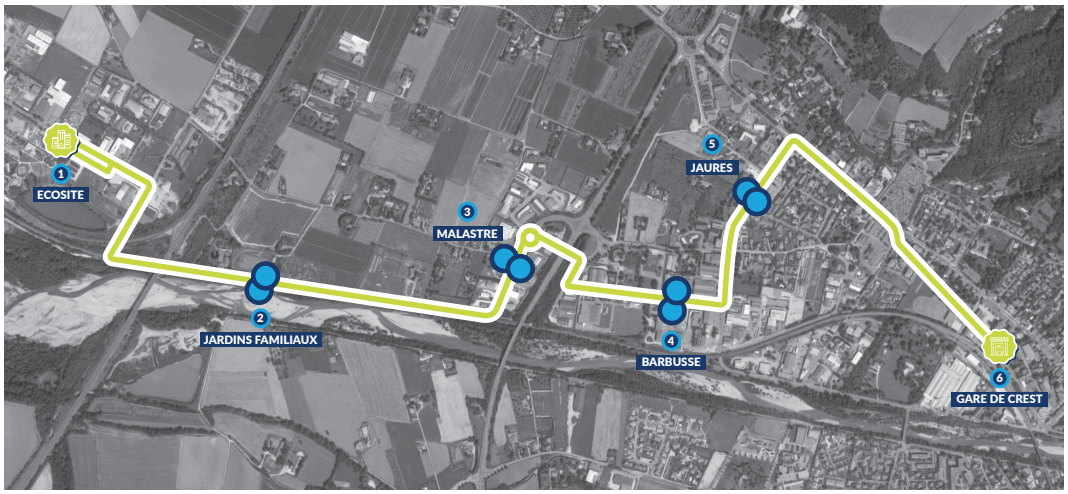
La mise en œuvre de l'expérimentation en 2020-2021

Avant le lancement de la phase de roulage sur route ouverte, un important travail a dû être réalisé entre les partenaires du projet pour adapter la navette autonome et l'infrastructure à l'environnement rural. beti a notamment travaillé avec Navya sur le logiciel et le véhicule lui-même, une navette ARMA, en l'équipant par exemple de quatre roues motrices pour faire face à la qualité dégradée de la voirie.

L'opérateur a également travaillé avec Eurovia sur l'infrastructure pour prendre en compte les contraintes liées à un tunnel de végétation situé sur le parcours et à la saisonnalité (neige en hiver), engendrant par exemple des pertes de signal GPS pour la navette. Le parti pris pour cette première phase de test a été de recourir à une infrastructure frugale et passive avec la mise à niveau de la signalisation verticale (les panneaux) et horizontale (le marquage au sol), moins coûteuse à installer et à entretenir pour les collectivités locales.

Une autre difficulté a résidé dans le choix du trajet pour l'expérimentation qui a relevé, au final, d'un compromis technique et politique entre les différents partenaires. Le trajet retenu pour la première phase de tests reliait la gare SNCF de la ville de Crest à l'Écosite situé à Eurre, sur le territoire de l'intercommunalité du Val de Drôme en Biovallée, qui n'est actuellement pas desservi par les transports publics. Il s'agissait d'un parcours sur route ouverte en trafic mixte de 9,6 km A/R, marqué par un tunnel de végétation et ponctué de six arrêts entre les deux terminus.

> ***L'objectif est de fournir des solutions de marquage et de connectivité pour que la navette puisse traverser les intersections et s'intégrer dans son environnement. Le projet RIMA développé dans le cadre du PIA4 constitue une opportunité d'accélération.***
>
> *Julien Villalongue, directeur du Leonard de Vinci*
> *Rencontre des CEOs, 13 avril 2022*



Trajet de la phase 1 de l'expérimentation de navette autonome dans le Val de Drôme[4]

[4] Benjamin Beaudet (Bertolami), Présentation Expérimentation Navette autonome Val de Drôme, atelier 10 du 15/04/2021.



Le développement de la mobilité automatisée constitue une équation à trois variables : le matériel roulant, l'infrastructure et le passager. RIMA consiste à passer d'une logique de ligne à une logique de réseau permettant de couvrir un espace. Dans ce cadre, le retrait de l'opérateur de sécurité à bord pour opérer des véhicules en niveau 4 est primordial. Il est possible de s'inspirer de l'expérience d'acteurs tels que les ascensoristes ou encore les remontées mécaniques.

Benjamin Beaudet, Directeur général de beti
COS, 5 octobre 2022

Bilan de la première phase de l'expérimentation

La première phase de l'expérimentation d'une navette autonome dans le Val de Drôme a été riche en enseignements. Initialement prévue pour démarrer en avril 2020, le lancement du roulage a dû être repoussé à septembre de la même année à cause de la crise du Covid-19, et sa fin a été reportée à juin 2021. Durant cette phase de test, la navette avec un opérateur à bord a parcouru 3 000 kilomètres avec un niveau d'autonomie de 95 %. Benjamin Beaudet, directeur général de beti, a pointé l'absence d'événements graves et la survenue de seulement 94 événements faibles ou moyens[5].

Il faut souligner ici que la crise sanitaire a complètement bousculé le programme de l'expérimentation. Envisagées au départ pour une durée de 4 mois et demi, les phases de roulage n'ont par exemple pu avoir lieu que pendant 100 jours. L'amplitude journalière et la fréquence de circulation de la navette, notamment en fin de journée et les samedis, n'a également pas pu être respectée à cause du confinement. De même, la fourniture d'une grille d'horaires de passage de la navette a dû être repoussée vers la fin de la première phase de l'expérimentation à l'été 2021.

La communication autour des horaires par les collectivités du territoire, ainsi que leur investissement plus général dans le projet, a aussi été fortement parasitée par la gestion de la pandémie. La crise sanitaire a eu un impact majeur sur la fréquentation du service par les usagers et par conséquent sur l'enquête d'acceptabilité réalisée par le Cerema. Cette dernière n'a pas pu être menée à son terme selon la méthodologie initialement prévue puisqu'elle s'est concentrée uniquement sur les utilisateurs de la navette sans intégrer les habitants du territoire n'utilisant pas la navette, les riverains et les autres usagers de la voirie[6].

[5] Conseil d'orientation 4, 11/01/2021.

[6] Alicia Lee-Aliaga (Cerema), Évaluation d'un service de transport opéré par une navette autonome. Retours d'expérience des expérimentations de Crest et d'Autun, atelier 13 du 14/10/2021.

Le projet RIMA

Le projet « Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée » (RIMA) constitue une nouvelle étape importante dans le développement de l'expérimentation initiale conduite dans le Val de Drôme. Il vise en effet à passer d'un démonstrateur technique à un pilote de services à grande échelle. Comme l'a souligné auprès de la Communauté Benjamin Beaudet, directeur général de beti et chef de file du projet, le nom « RIMA » fait référence à l'ensemble des évolutions à l'œuvre en la matière[7].

Tout d'abord, la notion de réseau renvoie à l'ambition des acteurs de l'écosystème français du véhicule autonome de ne pas se limiter à l'automatisation et l'extension des lignes de transport public existantes. Il s'agit de dépasser le simple déploiement de véhicules autonomes sur des lignes fixes pour aller vers une desserte fine de zones qui permette d'offrir une nouvelle solution de mobilité, notamment à la demande, en territoire peu dense.

Par ailleurs, l'inclusion est depuis le début au cœur du projet RIMA, avec une inscription très forte dans les territoires ruraux pour répondre aux besoins de mobilité de leurs habitants qui ont peu accès aux transports publics et restent très largement dépendants de la voiture individuelle. L'inclusion est aussi sociale puisque le projet s'adresse aux personnes fragiles d'un point de vue physique (personnes âgées et handicapées) et/ou socio-économique (personnes sans emploi, ménages précaires, publics jeunes sans permis ou sans véhicule etc.).

Enfin, le vocable de « mobilité automatisée », utilisé désormais pour remplacer l'expression « mobilité autonome », s'inscrit dans la droite ligne de la stratégie nationale sur le développement de la mobilité routière automatisée portée par Anne-Marie Idrac. Il s'agit de renforcer la cohérence du projet RIMA par rapport aux orientations actuelles du gouvernement en faveur de la mise en place de pilotes de service de mobilité automatisée, mais aussi d'affirmer sa contribution au bien commun pour le développement des véhicules autonomes avec l'ensemble des acteurs de l'écosystème français de ce domaine.

L'ambition et les acteurs de RIMA

L'appel à projets sur les Mobilités Routières Automatisées[8] lancé par la Banque Publique d'Investissement, dans le cadre du 4e Programme d'investissement d'avenir (PIA 4) du gouvernement, vise à soutenir le développement d'une offre souveraine de véhicules et de services de mobilité automatisés et d'infrastructures routières intelligentes, connectées et bas carbone.

L'ambition du projet RIMA est ainsi de construire, d'ici à 2025, un écosystème de mobilité automatisée qui soit sécurisé, rentable et qui opère en réseau sur un territoire rural, celui de la ville de Crest et de l'intercommunalité du Val de Drôme. Dans ce but, le projet RIMA enrichit le démonstrateur mis en place lors de la première phase de l'expérimentation pour aller vers un pilote de services à grande échelle.

Il s'agit de combiner à la fois le développement technique des véhicules automatisés et de l'infrastructure avec la mise en place d'un service co-construit avec ses utilisateurs finaux et les parties prenantes du territoire (collectivités, entreprises, associations, habitants, etc.). Par ailleurs, le projet vise à définir un modèle économique soutenable pour les territoires peu denses afin de leur redonner de l'attractivité et de maintenir une réponse collective et publique aux enjeux de la mobilité inclusive en mixant le transport automatisé de personnes et de marchandises.

Le projet RIMA est porté par un consortium d'acteurs que sont :

- beti, opérateur de mobilité qui est chef de file du projet ;
- Navya, fournisseur de solutions de mobilité automatisée ;
- SVMS, une filiale du Groupe Vinci qui opère des infrastructures routières ;
- Macif, assureur mutualiste leader français de l'assurance auto et des mobilités.

[7] Conseil d'orientation 4, 11/01/2022.

[8] Voir https://www.bpifrance.fr/nos-appels-a-projets-concours/appel-a-projets-mobilites-routieres-automatisees-infrastructures-de-services-connectees-et-bas-carbone.

beti

La société beti, filiale sur la mobilité automatisée de l'entreprise d'autocars et de voyages Bertolami, sera en charge du déploiement de la flotte de véhicules et de l'exploitation du service. L'entreprise contribuera à réfléchir au retrait de l'opérateur de sécurité à bord pour utiliser des véhicules en niveau 4 d'automatisation.

Déployer plusieurs véhicules automatisés suppose un ensemble de briques nécessaire à la bonne gestion des missions, de la circulation et de la relation avec les passagers. Dans ce sens, beti développera aussi un hyperviseur susceptible de créer, *via* l'infrastructure numérique, le contexte nécessaire à une circulation sécurisée de la flotte de véhicules. Selon Benjamin Beaudet, l'hypervision favorisera une meilleure gestion des alertes et améliorera la communication au sein des équipes de pilotage, d'administration et d'exploitation.

Elle fournira à l'opérateur le moyen de gérer tous les services de supervision déjà mis en place. Elle permettra aussi de résoudre les différents incidents détectés et de donner aux équipes opérationnelles des outils supplémentaires pour anticiper les problèmes. Enfin, elle aidera à gagner un temps précieux en étant proactive afin de prévenir les dysfonctionnements qui pourraient avoir des répercussions négatives sur la qualité de service.

Le projet RIMA vise également à réfléchir à l'enrichissement du modèle d'affaires d'un réseau de mobilité automatisée. Beti utilisera son expérience d'opérateur de mobilité pour greffer des services complémentaires au transport de passager, en particulier le transport de marchandises. Alors que l'entreprise Bertolami avait historiquement l'habitude de transporter des biens dans les soutes de ses autocars et qu'elle expérimente de nouveau l'acheminement de colis vers Paris, le projet mixera le transport automatisé de personnes et de marchandises en dédiant une des navettes à la livraison.

Navya

Navya, un leader mondial des systèmes de mobilité automatisée, fournira les véhicules dotés de ses packs de conduite automatisée Navya Drive et assurera leur mise en service. Navya déploiera son prochain véhicule, le bus robotisé et électrique Bluebus du constructeur Bolloré, dans le cadre d'un partenariat entre les deux entreprises. Cette plateforme véhicule permettra d'aller plus loin que les navettes précédentes et constituera un pas supplémentaire vers un service de mobilité automatisée de niveau 4 permettant le passage à l'échelle.

Comme l'a expliqué à la Communauté Pierre Chehwan, vice-président de Navya, le retrait de l'opérateur de sécurité constitue un enjeu majeur qui pose la question de la redondance des systèmes, notamment le système de freinage et les systèmes électriques afin d'assurer une sécurité optimale comme l'exige l'industrie automotive [9]. Le Bluebus est conçu pour assurer l'ensemble des éléments nécessaires à une future homologation du véhicule. Il va également intégrer deux nouvelles architectures : une logicielle qui permettra un fonctionnement en *plug-and-play* et une électronique pour assurer la communication bas niveau du véhicule jusqu'à la remontée de ces informations et pour assurer une sécurité de dernier rempart.

Navya développe également l'utilisation de l'intelligence artificielle pour cartographier l'environnement et son évolution qui sera intégrée au projet. L'entreprise contribuera notamment au développement de l'hyperviseur de beti. Cet apport permettra de développer des procédures d'intervention en cas de problème lors de l'exécution du service, par exemple l'intervention d'un agent sur site.

Navya entend également développer des scénarios critiques de circulation en milieu rural. Des méthodologies d'analyse de site seront aussi testées afin de faciliter la délivrance des autorisations de circulation, telles que le prévoit la loi d'orientation des mobilités (LOM). Cette méthodologie sera réplicable sur d'autres territoires de déploiement de ses véhicules.

[9] Conseil d'orientation 5, 05/10/2022.

SVMS - Vinci Construction

Vinci Construction sera représentée au sein du consortium *via* sa filiale SVMS (*Signature Vertical & Mobility Solutions*), spécialisée dans la signalisation routière. L'entreprise aura la charge de la conception, de la fabrication et de l'entretien des infrastructures et des équipements de signalisation routières. Comme l'a souligné Pauline Dalicier, responsable innovation chez Vinci Construction, l'objectif est de trouver des solutions à partir des produits existants pour faciliter le recours à des systèmes de transport automatisé en zone rurale[10].

La technologie doit être ajustée au strict minimum pour accompagner le développement du service. Dans le cadre du projet RIMA, l'infrastructure continuera à faciliter la localisation du véhicule grâce à la signalisation statique et au marquage routier. L'objectif est aussi d'utiliser l'infrastructure pour faciliter le retrait de l'opérateur de sécurité afin de permettre la mise en oeuvre d'un service en niveau 4.

Dans cette perspective, il s'agira d'utiliser l'infrastructure pour le maintien dans la voie des véhicules ou pour fiabiliser le passage des intersections. Cela pourrait notamment se traduire par l'installation de dispositifs connectés (feux, unités de bord de route) qui pourraient par exemple faire de l'ordonnancement du trafic.

L'infrastructure pourra aussi être utilisée pour améliorer la qualité du service. L'ordonnancement dans les intersections pourrait par exemple contribuer à fiabiliser le temps de parcours des navettes. L'amélioration de la qualité de la chaussée peut également permettre d'adapter le comportement du véhicule ainsi que la qualité des données générées par les capteurs, très sensibles aux vibrations.

Macif

Dans le projet RIMA, la Macif s'occupera de la mesure de l'acceptabilité et de l'acceptation du service et de l'assurance des véhicules déployés. Les navettes automatisées sont connectées et génèrent un certain nombre de données. Pour mieux calibrer la couverture d'assurance et les services associés, notamment de prévention, les assureurs pourraient s'appuyer sur ces données. L'objectif est donc de définir le champ des possibles sur celles qui seront utiles et leur granularité.

Des simulations d'incidents voire d'accidents sont par ailleurs envisagées. Elles permettront d'identifier les données exploitables dans le cadre de la réglementation, eu égard notamment aux besoins d'anonymisation, de fréquence, de qualité, etc. L'analyse des données produites permettra également de mieux comprendre leur intérêt pour l'assurance, la prévention et la fourniture de services associés.

N'ayant pas d'existence juridique propre, la Communauté d'intérêt Movin'On et ses entreprises membres sont aussi associées à ce consortium *via* la Macif. Elles participeront à la réflexion et aux travaux menés dans le projet sur l'analyse de l'acceptabilité, de l'acceptation et de l'inscription du réseau de mobilité automatisée dans le territoire.

S'ils ne font pas partie du consortium à proprement parler, plusieurs partenaires majeurs ont aussi apporté leur soutien au lancement du projet RIMA. On retrouve les acteurs politiques locaux impliqués depuis le début de l'expérimentation dans le Val de Drôme que sont la Région Auvergne Rhône-Alpes, le Département de la Drôme et la Communauté de communes du Val de Drôme en Biovallée. C'est aussi le cas d'acteurs professionnels et associatifs tels que le cluster et pôle de compétitivité rhône-alpin CARA *European Cluster for mobilty solutions*, la Plateforme Automobile (PFA) et l'Association des Maires Ruraux de France (AMRF).

[10] Conseil d'orientation 5, 05/10/2022.

> ***La technologie doit être ajustée au strict minimum pour accompagner le développement du service. Dans le cadre du projet RIMA, SVMS entend continuer à faciliter la localisation du véhicule grâce à la signalisation statique et au marquage routier. L'objectif est aussi d'utiliser l'infrastructure pour faciliter le retrait de l'opérateur de sécurité afin de permettre d'opérer un service en niveau 4. Dans cette perspective, il s'agira notamment d'utiliser l'infrastructure pour le maintien dans la voie de la navette ou pour fiabiliser le passage des intersections. L'infrastructure pourra aussi être utilisée pour améliorer la qualité du service. L'ordonnancement dans les intersections pourrait par exemple contribuer à fiabiliser le temps de parcours de la navette.***
>
> *Pauline Dalicier, Responsable Innovation de Vinci Construction*
> *CO5, 5 octobre 2022*

Le contenu et les contributions du projet

Le projet RIMA va déployer pendant 24 mois (2023-2024), sur le territoire rural de la ville de Crest et de l'intercommunalité du Val de Drôme en Biovallée, un réseau de mobilité automatisée hybride mixant différentes typologies de véhicules autonomes et permettant de raisonner en superficie couverte et non plus en lignes fixes. L'objectif est également de développer de nouveaux cas d'usage pour la mobilité automatisée en zone peu dense qui soient utiles pour :

- **la mobilité du quotidien**, notamment pour les professionnels qui travaillent à l'Ecosite d'Eurre ou pour la livraison de colis aux habitants du territoire ;
- **la mobilité de santé** pour assurer la liaison avec l'hôpital de Crest qui n'est desservi par aucune ligne de transport public ;
- **la mobilité inclusive** pour fournir un service de mobilité accessible aux personnes âgées ;
- **la mobilité touristique** pour desservir le parking d'un site touristique.

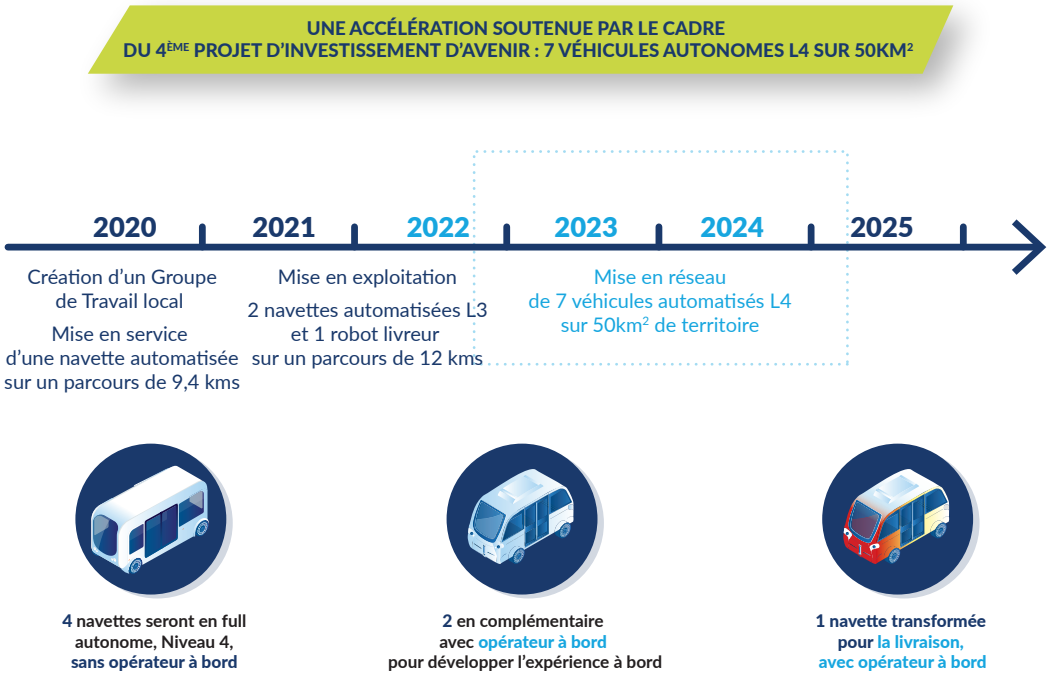
Le réseau se composera de sept véhicules de niveau 3-4 d'automatisation, dont quatre sans opérateur à bord et trois avec un opérateur à bord, opérant sur 50 km² du territoire de Crest et du Val de Drôme. Le projet RIMA mobilisera dans cette perspective plus précisément :

- 4 Bluebus de 6 mètres et 28 places du constructeur Bolloré équipés du pack capteurs et du logiciel Navya Drive, en cours de développement, sans opérateur à bord. Cette nouvelle plateforme véhicule est basée sur les normes automobiles en vigueur. Elle intègre également de nouveaux ensembles de capteurs dont la redondance permet une localisation et une détection plus précises des obstacles, ainsi qu'un système de secours pour respecter la norme ISO 26262.
- 2 navettes autonomes Evo de deuxième génération de Navya avec un opérateur à bord pour développer l'expérience passager.
- 1 navette autonome Arma de première génération de Navya qui sera transformée pour le transport et la livraison de marchandises par beti avec un opérateur à bord.

Le choix des parcours doit être compatible avec une vitesse de circulation pour les navettes de 30 km/h. Cette vitesse limitée ne pose pas de difficulté dans les territoires ruraux où, comme l'a rappelé Benjamin Beaudet, les habitants sont habitués à doubler des véhicules lents tels que des tracteurs ou des moissonneuses-batteuses[11]. De plus, certains cas d'usage comme l'offre d'un service de mobilité automatisée à destination des personnes âgées ne nécessite pas d'avoir une vitesse de circulation élevée.

[11] Conseil d'orientation 5, 05/10/2022.





Calendrier du projet RIMA

Le projet RIMA doit ainsi permettre de lever quatre verrous majeurs, deux techniques et deux non-techniques, identifiés dans le cadre de la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée[12]:

- la circulation de véhicules de niveau 4 d'automatisation ;
- la complexité de la mise en réseau de véhicules automatisés ;
- les coûts de mise en place d'un système de transport automatisé en zone rurale ;
- l'acceptabilité, l'inscription territoriale et l'impact d'un service de mobilité automatisée.

[12] France, Gouvernement, 15/12/2020, "Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée".



Permettre la circulation de navettes autonomes de niveau 4

Le premier verrou technique que le projet RIMA vise à lever concerne la capacité à faire circuler des véhicules de niveau 4 d'automatisation, c'est-à-dire avec un opérateur non plus à bord mais à distance qui supervise la flotte de véhicules composant le réseau de mobilité automatisée.

En France, deux expérimentations de ce type sont actuellement mises en œuvre, une sur le site fermé du Centre National du Tir Sportif (CNTS) à Châteauroux avec une navette Evo de Navya, et une autre à Toulouse avec une navette EZ10 d'EasyMile réalisant un trajet de 600 mètres sur route ouverte pour relier le parking de l'Oncopole à l'entrée de l'Institut universitaire du cancer de Toulouse.

La création d'un service de mobilité automatisée de niveau 4 en territoire peu dense avec le projet RIMA constituera une première. Pour ce faire, les acteurs du consortium entendent déployer de manière progressive la solution dans un trafic mixte peu dense et sans remplacement d'une solution existante. Cette ambition permettra notamment d'extraire les premières phases de l'expérimentation des contraintes et des attentes associées traditionnellement à une offre de transport public.

Valider la mise en réseau de véhicules automatisés

La deuxième contribution technique majeure du projet RIMA concerne le fonctionnement en réseau de navettes autonomes. La mise en place de ce dernier constitue un élément clé pour assurer le déploiement de services de mobilité automatisée capable d'offrir une couverture de zone et non plus la seule desserte de parcours prédéfinis. Pour l'instant, aucune expérimentation en France n'a permis de mettre en réseau plus de trois véhicules automatisés de niveau 4.

Le Japon apparaît en avance pour penser les réseaux de mobilité automatisée, notamment en intégrant à ces derniers la projection verticale de drones de marchandises[13]. Cela s'explique par l'organisation des transports collectifs dans les zones rurales du pays, pensée autour de petits autocars susceptibles d'être facilement remplacés par des navettes. En France, à l'inverse, les schémas de transport public sont organisés autour de la capacité des véhicules.

Afin de valider la mise en réseau, les partenaires du projet RIMA chercheront à favoriser une intégration native, et pas contrainte, de la relation des véhicules automatisés avec l'infrastructure. Ce parti pris doit permettre d'homogénéiser les trois variables de l'équation de la mobilité automatisée régulièrement rappelées par Benjamin Beaudet, directeur général de beti et chef de file du projet, à savoir le matériel, l'infrastructure et l'usager final[14].

> ***Développer la mobilité autonome dans les zones blanches est au cœur de la feuille de route de Navya dont l'objectif est de proposer des solutions de transport adaptés aux besoins des territoires et des usagers. Le transport autonome en milieu rural implique non seulement une totale maîtrise du véhicule mais aussi la prise en compte des caractéristiques de l'environnement ainsi que la parfaite sécurité des passagers et autres usagers de la route. L'adhésion au projet RIMA est l'opportunité de tester un modèle réplicable adapté à ce cas d'usage spécifique. C'est aussi la démonstration d'un véritable écosystème français et de son savoir-faire en matière de mobilité autonome pour renforcer le positionnement de la France et de l'Europe sur ce marché hautement stratégique***
>
> *Pierre Chehwan,*
> *VP Strategic Alliance & Institutional Relations de Navya*
> *COS, 5 octobre 2022*

[13] Voir l'expérimentation menée à Sakaimachi par l'opérateur Boldly qui associe des navettes Navya avec des drones pour la livraison de colis, https://www.youtube.com/watch?v=1sS-T4GIE38.

[14] Rencontre des CEO, 21/04/2022.

Mesurer le coût d'un système de transport automatisé en zone rurale

La troisième contribution non technique de RIMA consiste, à partir de l'analyse de la pertinence du service de mobilité automatisée et de son inscription dans le territoire, à mesurer les coûts de mise en place d'un système transport automatisé en zone rurale.

Ce dernier devra s'inscrire de manière systémique dans le territoire en faisant le lien avec les axes structurants de mobilité et les activités économiques et sociales. L'analyse de ce projet de modèle économique permettra *in fine* d'évaluer les conditions de réplicabilité d'un tel service sur d'autres territoires ruraux ou périurbains.

Il apparaît en effet que les collectivités locales qui seront chargées du déploiement de la mobilité automatisée dans les territoires ne disposent souvent pas des ressources humaines et financières pour proposer ce type de services de transports publics à leurs administrés. La loi d'orientation des mobilités (LOM) adoptée en 2019 a offert la possibilité aux petites intercommunalités de prendre la compétence mobilité, comme c'est le cas pour la Communauté de communes du Val de Drôme en Biovallée, sans pour autant y associer l'allocation de financements pérennes.

Une évaluation des coûts et des recettes du système de transport sera réalisée ainsi qu'un descriptif des modèles d'affaires envisagés, notamment autour d'un modèle mixte de transport automatisé de passagers et de marchandises. Cela devrait passer par une optimisation du coût de fonctionnement du réseau de mobilité automatisée, que ce soit en jouant sur le coût humain (absence de chauffeur), en exploitant les possibilités associées à l'amplitude horaire (24h/24h) ou encore en concevant des expériences et des services susceptibles d'enrichir le modèle d'affaires.

La présence à bord de certaines navettes d'agents de l'office du tourisme est par exemple envisagée. L'enjeu est également d'amener les collectivités à dépasser la simple organisation du transport de passagers pour réfléchir à l'organisation du transport de marchandises. Les flux de marchandises de proximité pourraient en effet permettre d'alimenter le modèle économique du réseau de mobilité automatisée mis en place dans le cadre du projet RIMA.



[12] Rencontre des CEOs, 21/04/2022.



Évaluer l'acceptabilité, l'inscription et l'impact d'un service de mobilité automatisée

Le dernier verrou non-technique à lever concerne l'évaluation de l'acceptabilité d'un service de mobilité automatisée à l'échelle d'un territoire rural. Il s'agit notamment de dépasser la seule étude de l'acceptabilité *a priori* des véhicules autonomes pour interroger aussi l'acceptation d'un service de mobilité automatisée sans opérateur à bord par ses usagers.

La plupart des processus d'évaluation des expérimentations de véhicules autonomes se limitent en effet à la mesure de l'acceptabilité du véhicule par les utilisateurs et non pas du service fourni. Par ailleurs, aucune étude n'a pour le moment été menée sur l'acceptabilité et l'acceptation d'un réseau de mobilité automatisée fondé sur une flotte de plusieurs véhicules.

Le projet RIMA permettra d'évaluer à la fois l'acceptabilité de la mobilité automatisée par les habitants du territoire de la Drôme et l'acceptation du service de navettes par les usagers. Il cherchera également à mesurer son inscription dans le territoire et son impact sur les acteurs et les activités au sein de celui-ci.

- **L'acceptabilité et l'acceptation d'un service de mobilité automatisée.**

  Il s'agira, d'une part, de vérifier l'hypothèse selon laquelle voir ou tester une navette autonome se traduit par une augmentation de l'acceptabilité de celle-ci par les habitants (résultats identifiés dans le cadre de l'enquête de la Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome réalisée en 2021 auprès des élus locaux[15] et du deuxième baromètre Macif/ Védécom sur l'acceptabilité de la mobilité autonome par les Français[16]).

  Les travaux étudieront, d'autre part, le ressenti des usagers et leur expérience à bord pour comprendre les conditions d'utilisation d'un service de mobilité automatisée sans opérateur à l'intérieur des navettes dans un territoire rural spécifique. Ce volet permettra d'identifier les axes d'amélioration de la qualité du service proposé pour un futur déploiement commercial.

- **L'inscription et l'impact du service sur le territoire.**

  Un autre objectif est d'analyser finement l'inscription du pilote de services de mobilité automatisée dans le territoire. Il s'agira notamment de s'assurer de l'adéquation du réseau déployé avec les attentes des acteurs politiques, administratifs, économiques, associatifs. Ainsi sera évaluée la manière dont le projet contribue à faire évoluer la vision des différentes parties prenantes locales à l'égard de la mobilité automatisée et des conditions de son déploiement.

  Par ailleurs, il s'agira d'interroger la capacité du pilote de services proposé à changer les habitudes et les pratiques de mobilité des habitants. Outre l'analyse des coûts évoquée plus haut, une étude de l'impact à la fois social et environnemental du service, notamment sur l'emploi, le niveau du trafic routier et la baisse des émissions de CO_2, sera conduite par l'opérateur beti.

  Elle permettra ainsi d'évaluer l'apport du projet RIMA en matière de performance économique du service, d'inclusion sociale et de réduction de l'empreinte carbone et de préciser les conditions de réplicabilité d'un tel réseau de mobilité automatisée sur d'autres territoires peu denses.

[15] Macif, 16/03/2022, "ETUDE INÉDITE | Les élus locaux sont-ils prêts à déployer la mobilité autonome ?", https://presse.Macif.fr/actualites/etude-inedite-les-elus-locaux-sont-ils-prets-a-deployer-la-mobilite-autonome-07c2-821df.html.

[16] Macif, 15/02/2022, "2eme édition du baromètre VEDECOM / Macif : 3 Français sur 4 plébiscitent le véhicule autonome, qui pourrait jouer un rôle décisif en zone rurale", https://presse.Macif.fr/actualites/2eme-edition-du-barometre-vedecom-Macif-3-francais-sur-4-plebiscitent-le-vehicule-autonome-qui-pourrait-jouer-un-role-decisif-en-zone-rurale-50af-821df.html

La contribution de la Communauté d'intérêt

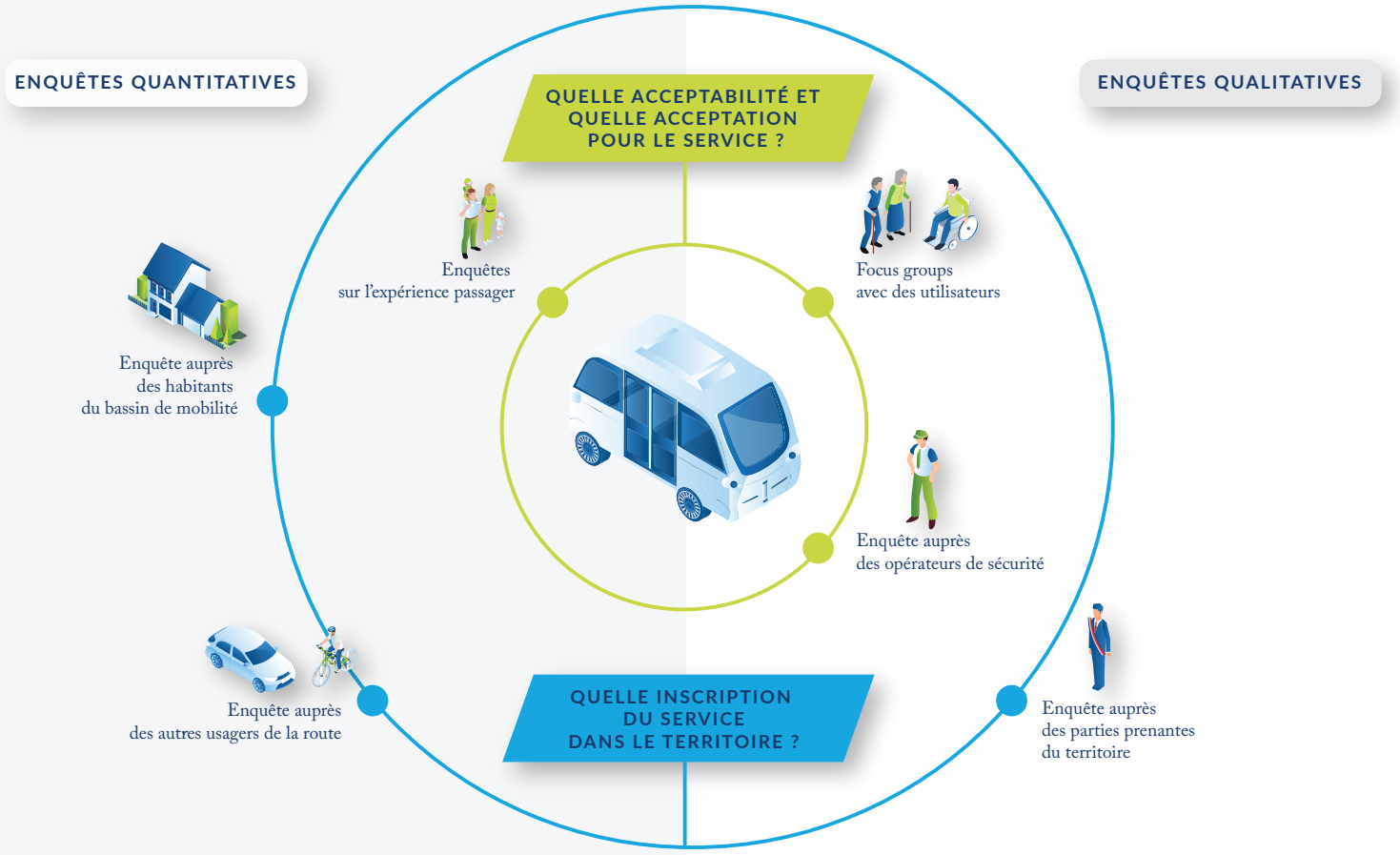
La Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome sera associée dans le projet RIMA en particulier aux études relatives, d'une part, à l'acceptabilité et l'acceptation du service de mobilité automatisée et, d'autre part, à son inscription dans le territoire.

Pour mener à bien ce travail d'analyse, la Communauté déploiera un programme d'enquêtes à la fois qualitatives et quantitatives articulé autour de ces deux volets principaux du projet. Les différentes composantes de ces enquêtes sont présentées en détail dans les parties suivantes.

> ***L'ambition et l'originalité de cette expérimentation sont intéressantes. Dans ce cadre, le terme d'expérimentation est sans doute inapproprié. Il ne s'agit pas tant d'expérimenter que de s'interroger sur le scale-up de ce projet qui doit permettre de valider différents points, avant de les réintégrer dans un schéma massif de déploiement susceptible d'être répliqué ou étendu sur d'autres territoires. Dans ce cadre, il convient de s'interroger sur la dynamique de construction de l'acceptabilité dans le temps, dans la lignée des travaux de la sociologie de l'innovation.***
>
> *Rémi Maniak, Professeur en Sciences de Gestion à l'Ecole Polytechnique*
> *CO4, 11 janvier 2022*

Les données produites permettront de renforcer l'aspect serviciel de RIMA en s'assurant que le réseau de mobilité automatisée réponde au mieux aux attentes des habitants, des usagers et des différentes parties prenantes du territoire de Crest et du Val de Drôme.

SIX ENQUÊTES POUR UN PILOTE DE SERVICES DE MOBILITÉ AUTOMATISÉE



DE L'ACCEPTABILITÉ ET L'ACCEPTATION À L'EXPÉRIENCE PASSAGER

La Communauté d'intérêt plaide pour un élargissement de la manière d'aborder les notions d'acceptabilité et d'acceptation des véhicules autonomes. Ses travaux ont en effet souligné l'importance de passer d'une réflexion généralement centrée sur l'acceptabilité *a priori*, c'est-à-dire sur une mesure de la vision de la technologie avant utilisation, à une analyse de l'acceptation interrogeant l'évolution des représentations et des intentions d'usage de cette nouvelle solution de mobilité après l'avoir testée.

La Communauté va approfondir dans le cadre du projet RIMA ses travaux sur l'acceptabilité et l'acceptation de la technologie de conduite automatisée. Dans ce but, elle mènera des enquêtes destinées à mesurer l'expérience passager vécue par les utilisateurs du service de navettes autonomes. Cette démarche inclut la connaissance de cette nouvelle solution de mobilité, les conditions d'accès au service, la qualité du service en tant que tel et son expérience *a posteriori*.

L'analyse de l'expérience passager reposera sur différentes méthodes de collecte de données : l'organisation d'entretiens collectifs (*focus groups*) avec des usagers représentatifs des publics cibles du service, la mise en place d'un questionnaire sur leur expérience du service destiné aux passagers des navettes, et des entretiens auprès des opérateurs de sécurité.

La prise en compte des commentaires et des retours des usagers permettra d'identifier des freins à l'utilisation du service, des irritants potentiels, des attentes non couvertes ou des besoins spécifiques en fonction du type de public concerné. Les résultats des enquêtes pourront ainsi être utilisés pour faire évoluer le service et alimenter les phases ultérieures de déploiement du réseau.



Évaluer l'acceptabilité, l'acceptation et l'expérience des passagers du RIMA

Des *focus groups* pour évaluer l'acceptabilité et l'acceptation de la mobilité automatisée

La méthode d'enquête par *focus groups* est régulièrement utilisée dans les études sur la mobilité, et en particulier dans le cadre des expérimentations de véhicules autonomes. Elle permet de cibler des groupes d'usagers potentiels, par exemple des personnes à mobilité réduite, et d'évaluer leur perception *a priori* de la technologie, leurs attentes spécifiques et les éléments à prendre en compte pour faciliter l'adoption du service de mobilité automatisée.

L'analyse de l'acceptabilité et de l'acceptation du service dans le cadre du projet RIMA sera réalisée grâce à la combinaison de deux méthodes d'enquête qualitatives : les entretiens collectifs semi-directifs[17], baptisés *focus groups* dans les pays anglo-saxons[18] et les parcours commentés, *go-along* en anglais[19]. Ces deux méthodes permettront d'étudier finement les représentations et les pratiques de certains publics ciblés par le projet de pilote de services, à savoir les actifs, les jeunes et les personnes âgées.

L'utilisation des *focus groups* dans les expérimentations de navettes autonomes

La plupart des expérimentations de navettes autonomes dotées de programmes visant à mesurer l'acceptabilité s'appuient sur l'organisation d'entretiens collectifs ou *focus groups*. Ces méthodes d'enquête ont été déployées dans les grands projets d'expérimentation de véhicules autonomes en France et Europe dont voici quelques exemples marquants :



©Fanny Vandecandelaere

[17] LEFEBURE, P., 2011, « Les apports des entretiens collectifs à l'analyse des raisonnements politiques », *Revue Française de Science Politique*, vol. 61, n° 3, pp. 399-420.

[18] BIGGS, R. et al. (dir.), 2021, *The Routledge Handbook of Research Methods for Social-Ecological Systems*, London : Routledge.

[19] DESPRÈS, M., LORD, S., & NEGRON-POBLETE, P., 2019, « (Re)placer la mobilité dans son contexte : le parcours commenté, un outil de recueil et d'analyse de données de mobilité », *La mobilité en méthodes*, RTS – Recherche Transports Sécurité, IFSTTAR.

Tornado[20]

la réalisation de *focus groups* a constitué le cœur de l'analyse de l'acceptabilité et de l'acceptation de plusieurs véhicules autonomes expérimentés en zone peu dense sur le territoire de la Communauté d'agglomération de Rambouillet Territoires entre 2017 et 2021. Quatre ateliers ont été conduits avec des utilisateurs volontaires de la Communauté d'usagers mise en place par l'intercommunalité. Ils ont permis d'interroger ces habitants sur leurs habitudes de mobilité et leurs attentes en matière de transport, sur leur rapport aux véhicules autonomes, sur l'adéquation entre le projet d'expérimentation et leurs besoins, et enfin sur le test de l'expérimentation[21].

ENA[22]

l'évaluation sociale et environnementale prévue dans les trois expérimentations de navettes autonomes s'appuie à la fois sur une analyse de l'acceptabilité du véhicule et de l'interaction avec les autres usagers grâce à des enregistrements vidéo, ainsi que sur une enquête de mobilité et sur la collecte d'opinions à l'égard de l'expérimentation. C'est au sein de ce dernier volet que les travaux ont recours à la méthode des *focus groups*. L'objectif est à la fois de collecter des données qualitatives sur la perception des usagers potentiels de la navette et de communiquer autour du projet pour inciter les habitants du territoire à utiliser le service testé.

SAM[23]

le projet s'appuie sur une méthodologie d'évaluation multi-échelle[24] répliquée sur l'ensemble des expérimentations. Elle propose une analyse conduite à l'échelle du véhicule ou des individus, à l'échelle du territoire et de la gouvernance des systèmes de mobilité. Cette méthodologie présente la particularité de s'appuyer notamment sur des parcours commentés pour caractériser plus finement l'expérience utilisateur des véhicules autonomes.

SHOW[25]

ce projet européen, lancé en 2020 pour expérimenter 70 véhicules autonomes dans 13 pays, privilégie la réalisation d'entretiens qualitatifs avec les passagers pour mesurer le niveau de satisfaction client plutôt que la réalisation d'entretiens collectifs. L'organisation de *focus groups* est évoquée dans le document de cadrage, mais sa déclinaison dans les différentes expérimentations n'apparaît pas réellement. La collecte de données destinées à évaluer l'expérience utilisateur se concentre sur 4 types d'outils : des questionnaires pour les usagers des véhicules, des entretiens avec ces derniers, de l'observation directe et des journaux de bord des opérateurs à bord des véhicules[26].

[20] Pour plus de détails sur le projet, consulter son site au https://www.tornado-mobility.com.

[21] Voir les résultats disponibles sur le site internet du projet Tornado au https://cloud.tornado-mobility.com/index.php/s/yR3XMch0dENnZNW#pdfviewer.

[22] Pour plus de détails sur le projet Expérimentations de Navettes Autonomes, consulter son site au https://www.experimentations-navettes-autonomes.fr.

[23] Pour plus d'informations sur le projet Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome, consulter la page dédiée sur le site de l'Institut VEDECOM au https://www.vedecom.fr/projet-sam-securite-et-acceptabilite-de-la-mobilite-autonome/.

[24] FAUL, N., 15 mars 2021, « [Dossier Mobilités] #8 - Quels effets sociaux, économiques et environnementaux du véhicule autonome ? Développement d'une méthodologie d'évaluation commune dans le projet SAM. », dans *construction21.org*.

[25] Voir le site du projet SHared automation Operating models for Worldwide adoption accessible au https://show-project.eu/#.

[26] SHOW, 2020, *SHared automation Operating models for Worldwide adoption SHOW Grant Agreement Number: 875530 D9.1 Evaluation Framework*, Union européenne - Horizon 2020.

La plupart de ces expérimentations ont adopté une utilisation généraliste des *focus groups* se limitant à l'identification d'un panel d'usagers potentiels et volontaires à questionner. À l'étranger, notamment aux États-Unis, la méthode des *focus groups* dans l'analyse de l'intention d'usage des expérimentations de navette autonome est principalement utilisée dans le cadre d'études conduites sur des publics spécifiques, notamment les personnes à mobilité réduite[27]. *Ces focus groups* permettent de caractériser plus finement la perception et les besoins de ces catégories d'utilisateurs.

L'organisation de *focus groups* et de parcours commentés dans RIMA

L'enquête par *focus groups* menée par la Communauté d'intérêt dans le projet RIMA se focalisera sur l'interrogation des utilisateurs potentiels des navettes. Le but de ce volet est d'identifier de manière fine les besoins de mobilité des futurs usagers du service et la manière dont les navettes autonomes sont susceptibles d'y répondre et de s'insérer dans leurs habitudes de mobilité. Il s'agit ainsi de comprendre les conditions concrètes de l'acceptation voire de l'adoption progressive du service et d'évaluer le niveau de satisfaction produit auprès de ses utilisateurs.

Dans cette perspective, trois panels seront constitués avec des personnes représentant les grandes catégories d'utilisateurs potentiels du service. Il s'agira de construire la composition de ces groupes à l'aune des parcours de circulation des navettes et des principaux lieux de desserte. Il s'agira par exemple de mobiliser des actifs travaillant sur l'Ecosite d'Eurre, des personnes âgées et des personnes travaillant ou suivant des soins réguliers au sein de l'hôpital de Crest.

La constitution de ces panels d'utilisateurs doit permettre de saisir les représentations subjectives de ces différents types de personnes[28] avant même leur première utilisation du service de mobilité automatisée. Les panels doivent également permettre d'identifier leurs pratiques de mobilité, en s'intéressant non seulement aux trajets qui sont réalisés au quotidien mais également à ceux auxquels les individus renoncent.

Ils servent enfin à déterminer les conditions à remplir pour que les navettes autonomes puissent répondre à leurs besoins ou encore les obstacles matériels et immatériels qui pourraient compliquer l'utilisation du service. Les résultats produits par ces panels permettront ainsi de nourrir les évolutions du projet de service de mobilité automatisée proposé.

Afin de recueillir les retours des usagers particuliers du service de navettes autonomes, l'enquête par *focus groups* s'articulera autour des trois moments décrits ci-après. Cette organisation sera reproduite pour les trois panels d'utilisateurs mis en place. Ils mobiliseront des individus issus du territoire représentant les publics ciblés par la Communauté d'intérêt, à savoir : des jeunes, des actifs et des personnes à mobilité réduite âgées ou handicapées.



[27] PATEL, R., ETMINANI-GHASRODASHTI, R., KERMANSHACHI, S., ROSENBERGER, J., & WEINREICH, D., 8 June 2021, Exploring Preferences Towards Integrating the Autonomous Vehicles with the Current Microtransit Services: A Disability Focus Group Study.

[28] LE BRETON, É., 2005, Bouger pour s'en sortir : mobilité quotidienne et intégration sociale, Paris : Armand Colin.

1

1er *focus group*

Comprendre, avec le groupe, les pratiques de mobilité et les marques d'intérêt pour un service de mobilité automatisée.

2

1 parcours commenté

Test du service.

3

2nd *focus group*

Échange collectif autour de l'expérience du service pour l'évaluer sous ses différents aspects.

En plus des *focus groups*, une analyse de l'acceptation et de l'expérience du service sera réalisée grâce à l'organisation de parcours commentés, *go-along* en anglais[29]. Cette méthode innovante s'est en effet progressivement imposée dans les études consacrées à la mobilité.

Elle consiste à accompagner les participants tout au long de leur expérience de mobilité afin de saisir l'intégralité de cette dernière, tout en la spécifiant en fonction du type d'utilisateur. Elle doit permettre d'identifier concrètement des points d'amélioration dans le service, l'utilisation du temps de voyage, l'accompagnement en dehors et à bord de la navette, etc.

Ces parcours commentés permettront notamment de constituer une carte de l'expérience, *experience map* en anglais, vécue par les passagers des navettes. Présenté lors d'un atelier de la Communauté par Anne Guénand, enseignante-chercheuse à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC)[30], l'« *experience map* » est l'outil utilisé en *design* pour mesurer la perception des utilisateurs d'une nouvelle technologie ou d'un nouveau service.

Il s'agit d'une carte qui permet d'identifier et de décrire, étape par étape, l'expérience vécue d'un point de vue émotionnel, soit ce que la personne ressent et exprime lors de l'usage de l'objet ou du service. Les points négatifs ou de douleur identifiés par les utilisateurs sont les points d'amélioration sur lesquels il convient ensuite de travailler.

[29] DESPRÈS, M., LORD, S., & NEGRON-POBLETE, P., 2019, « (Re) placer la mobilité dans son contexte : le parcours commenté, un outil de recueil et d'analyse de données de mobilité », La mobilité en méthodes, RTS – Recherche Transports Sécurité, IFSTTAR.

[30] Atelier 16, 19/05/2022.



UNE MISE EN APPLICATION DE L'EXPÉRIENCE MAP : LA NAVETTE DART

TUMCREATE

Henriette Cornet, coordinatrice des activités liées à la mobilité automatisée au sein de l'Association Internationale des Transports Publics (UITP), a présenté lors d'un atelier un exemple de mise en application de l'« *experience map* » pour la création de la navette autonome DART (*Dynamic Autonomous Road Transit*). Cette dernière a été conçue par une équipe de recherche sur le *design* de la mobilité automatisée[32] dont elle a fait partie et qui est rattachée à l'institut de recherche TUMCREATE de l'Université technique de Munich basée à Singapour.

L'objectif était de créer une navette autonome capable de fonctionner dans le réseau du transport public de Singapour et qui réponde au principe de *design* universel. Le véhicule présentait ainsi plusieurs aspects distinctifs, tels qu'une porte large qui s'ouvre plus que dans les bus conventionnels, une barre pour les fauteuils roulants, des sièges plus larges et sans séparation pour faciliter le nettoyage, etc.

Pour évaluer l'expérience à bord de la navette, l'équipe de chercheurs s'est servie d'un outil appelé la « *mobility journey map* » qui retraçait les expériences vécues par les passagers pendant tout le voyage afin d'identifier leurs émotions positives et les expériences difficiles ou contraignantes sur lesquelles il fallait travailler. L'objectif était de comprendre comment les personnes percevaient la navette et leurs craintes par rapport à cette nouvelle technologie.

À partir de ces deux aspects, ils ont créé un archétype des usagers de la navette autonome, avec l'identification de leurs motivations et de leurs frustrations, qui se sont traduites par des actions pour faire évoluer le *design* de la navette. L'équipe de recherche a également réussi à inclure des individus au projet avec l'aide d'associations.

Elle a organisé des *workshops* avec des personnes âgées lors desquels la navette était représentée en taille réelle pour la montrer aux participants. Les *workshops* ont également permis aux chercheurs d'interagir avec les personnes et à ces dernières d'imaginer l'expérience à bord de ce véhicule. Les chercheurs ont aussi utilisé des petites maquettes de la navette qui permettaient aux personnes de se familiariser avec elle avant de monter à bord.

Certains éléments importants ont été révélés lors de ces *workshops* avec les personnes âgées, notamment le sentiment d'insécurité issu de l'absence de conducteur, le besoin d'avoir un mécanisme de contact avec un centre d'aide ou une personne responsable, et l'importance d'inclure les personnes qui ont des besoins particuliers comme celles à mobilité réduite ou avec un problème de vision.

Cet exemple du processus de *design* de la navette autonome DART montre ainsi pourquoi il est essentiel d'inclure et d'échanger dès le début de sa conception avec les futurs utilisateurs d'un véhicule autonome.

[32] Sur le développement de la navette DART dans le cadre du programme *Design for Autonomous Mobility*, voir https://www.tum-create.edu.sg/research/design-autonomous-mobility.



Penser l'acceptation et l'expérience passager des navettes autonomes

Dans le cadre du projet RIMA, la Communauté d'intérêt déploiera également une enquête quantitative qui permettra de mieux comprendre l'expérience passager dans toutes ses dimensions. La plupart des travaux conduits sur ce thème ont été pensés à partir des modèles d'acceptation des nouvelles technologies par leurs utilisateurs. Pour mesurer l'acceptation du service et sa capacité à faire changer les habitudes de mobilité des premiers usagers, il convient néanmoins de penser une approche de l'acceptation qui intègre l'ensemble des dimensions conditionnant l'expérience passager.

Une expérience passager souvent pensée à l'aune de l'acceptation des technologies

Les travaux consacrés à la mesure de l'expérience des usagers dans le cadre d'expérimentations de navettes autonomes se sont multipliés ces dernières années. Au début de l'année 2022, 34 publications scientifiques spécifiquement consacrées à la problématique de l'acceptation des navettes autonomes ont été recensées[33].

Ces publications scientifiques se couplent avec des travaux d'expertise souvent imposés à toutes les expérimentations qui bénéficient de financements publics. En France, l'évaluation de l'acceptabilité dans les projets d'expérimentations, notamment ENA et SAM du programme national Expérimentation du Véhicule Routier Autonome (EVRA), est confiée au Cerema[35].

Dans le cadre du projet européen SHOW, l'évaluation de l'acceptabilité est systématiquement assurée par un acteur du lieu où se déroule l'expérimentation. Elle doit néanmoins s'appuyer sur une base d'évaluation partagée pour permettre la comparaison entre les différents projets[36].

[33] SHOW, 2020, "SHared automation Operating models for Worldwide adoption, SHOW Grant Agreement Number: 875530 D9.1 Evaluation Framework".

[34] Sur le programme EVRA, voir https://www.francemobilites.fr/thematiques/mobilite-et-vehicules-autonomes.

[35] Cerema, 2020, « Évaluer votre service de transport basé sur des véhicules autonomes », https://www.cerema.fr/fr/activites/evaluer-votre-service-de-transport-basé-sur-des-véhicules-autonomes.

[36] LIU, N., BELDAD, A., 2022, "A Systematic Review of the Factors Influencing the Acceptance of an Autonomous Bus", Social Science Research Network, http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4016312.

COMPARAISON INTERNATIONALE D'EXPÉRIENCES UTILISATEUR DE NAVETTES AUTONOMES

Les études existantes sur l'expérience utilisateur de transports en commun automatisés sont plutôt limitées. En effet, peu d'études reposent sur une perception réelle et non expérimentale d'un service de navettes autonomes. Aussi, les enquêtes se font souvent auprès d'usagers qui ne connaissent que très peu la technologie sur laquelle ils sont interrogés. Enfin, elles sont réalisées pour la plupart sur un seul site géographique. C'est pour cette raison que Mauro Bellone et ses collègues[37] ont fait en 2021 une étude transnationale sur l'acceptation auprès d'usagers de de systèmes de transport en commun automatisés.

Pour ce faire, ils ont sondé entre août et septembre 2018 les passagers à bord de navettes autonomes circulant dans quatre villes pilotes d'Europe de l'Est (Kongsberg en Norvège, Helsinki en Finlande, Tallinn en Estonie et Gdansk en Pologne) du projet Sojhjoa Baltic[38]. Ces expérimentations ont été faites sur route ouverte et trafic mixte avec des navettes électriques Navya et EasyMile avec un opérateur de sécurité à bord proposant des trajets gratuits.

Dans cette enquête, les usagers étaient interrogés sur :

1. Leur sentiment vis-à-vis du risque d'insécurité routière durant le trajet ;
2. Leur sentiment de sécurité personnelle (vis-à-vis des autres usagers, des personnes en dehors du véhicule, des menaces de cyber-attaque) ;
3. L'importance d'avoir un opérateur de sécurité à bord ;
4. Les cas d'utilisation typiques de la navette autonome ;
5. Le fait que la navette soit adaptée aux publics vulnérables tels que les enfants ;
6. L'expérience globale retirée du transport ;
7. La fréquence à laquelle l'usager utiliserait le transport durant ses déplacements.

Les usagers des navettes autonomes se sont sentis en sécurité au cours de leur trajet et ont eu un ressenti positif. Il y a cependant eu un écart entre les villes puisque l'expérience a été meilleure à Tallinn et à Gdansk qu'à Kongsberg et à Helsinki. Ces différences s'expliquent notamment par la configuration de l'itinéraire. En effet, plus le trajet était long, plus l'expérience utilisateur était mauvaise étant donné les arrêts fréquents de la navette. Par ailleurs, les hommes ont eu une expérience globale moins bonne que les femmes. Ce différentiel s'expliquerait par des attentes de vitesse de circulation plus élevée de la navette chez les hommes.

[19] BELLONE, M., ISMAILOGULLARI, A., KANTALA, T., MÄKINEN, S., SOE, R. M., KYYRÖ, M. Å., 2021, « A cross-country comparison of user experience of public autonomous transport. », European Transport Research Review, 13(1), pp. 1-13.

[20] Ce projet vise à développer les connaissances et les compétences de six villes de l'Europe de l'Est sur le déploiement des services de mobilité automatisés pour le premier et le dernier kilomètre.

Il existe deux grandes approches, basées sur des philosophies différentes, pour mesurer l'acceptation de navettes autonomes expérimentales :

- **les approches techniques** qui proposent une vision descriptive de l'acceptation ;
- **les approches théoriques**, inscrites dans des cadres de recherche éprouvés.

La plupart des publications scientifiques se basent sur des modèles théoriques issus de la psychologie sociale, notamment des approches dites de la Théorie du Choix Raisonné (TRC) et son prolongement, celle de la Théorie du Comportement Planifié (TPB – *Theory of Planned Behavior*). Trois grandes approches théoriques se distinguent pour mesurer l'intention d'usage et l'acceptation d'un service de mobilité basé sur des navettes autonomes :



La théorie de l'acceptation des technologies (TAM – *Technology Acceptance Model*) et ses actualisations[39]. Ce modèle repose sur le postulat que l'intention d'usage d'une technologie par un individu repose sur deux variables principales : son utilité perçue et sa facilité d'utilisation. Il a par la suite été étayé pour intégrer d'autres variables, notamment celles liées aux normes sociales. Ce modèle a par exemple été utilisé dans le cadre de l'évaluation d'une expérimentation de navette autonome conduite à Taïwan[40].



La théorie unifiée de l'acceptation et de l'usage des technologies (UTAUT – *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) et ses actualisations[41]. Elle constitue un prolongement des modèles du TAM en couplant une intention générale d'usage à une intention de comportement. Cette dernière agrège une évaluation de la performance, de la facilité d'accès et de l'influence sociale de cet usage. Ce modèle est celui qui est le plus largement utilisé pour mesurer l'acceptabilité et l'intention d'usage des expérimentations de navettes autonomes. Il a été utilisé dans le cadre des processus d'évaluation du programme européen d'expérimentations CityMobil2[42], dans le cadre d'expérimentations de navettes conduites en Grèce[43] et à Bruxelles[44], mais également pour mesurer l'intention d'usage de véhicules autonomes personnels[45].



La théorie du comportement interpersonnel (TIB – *Theory of Interpersonal Behavior*). Ce modèle propose de dépasser l'appréhension rationnelle de l'usage d'une technologie pour considérer des facteurs socio-psychologiques et émotionnels capables d'expliquer l'intention d'usage. Pour ce faire, il combine des facteurs personnels et situationnels. Ce modèle a notamment été utilisé dans le cadre d'une expérimentation de navettes autonomes conduite en Finlande[46].

---

[39] DAVIS, F. D., 1989, "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology", *MIS Quarterly*, 13, pp. 319-340.

[40] CHEN, C.-F., 2019, "Factors affecting the decision to use autonomous shuttle services: Evidence from a scooter-dominant urban context", *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 67, pp. 195-204.

[41] VENKATESH, V., MORRIS, M.G., DAVIS, G.B., & DAVIS, F.D., 2003. "User Acceptance of Information Tehcnology : Toward a Unified View", *MIS Quarterly*, 27, pp. 425–478.

[42] MADIGAN, R., LOUW, T., DZIENNUS, M., GRAINDORGE T., ORTEGA, E., GRAINDORGE, M., MERAT, N., 2016, "Acceptance of Automated Road Transport Systems (ARTS): An Adaptation of the UTAUT Model", *Transportation Research Procedia*, 14, pp. 2217-2226.

[43] MADIGAN, R., LOUW, T., WILBRINK, M., SCHIEBEN A., MERAT, N., 2017, "What influences the decision to use automated public transport? Using UTAUT to understand public acceptance of automated road transport systems", *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 50, pp. 55-64.

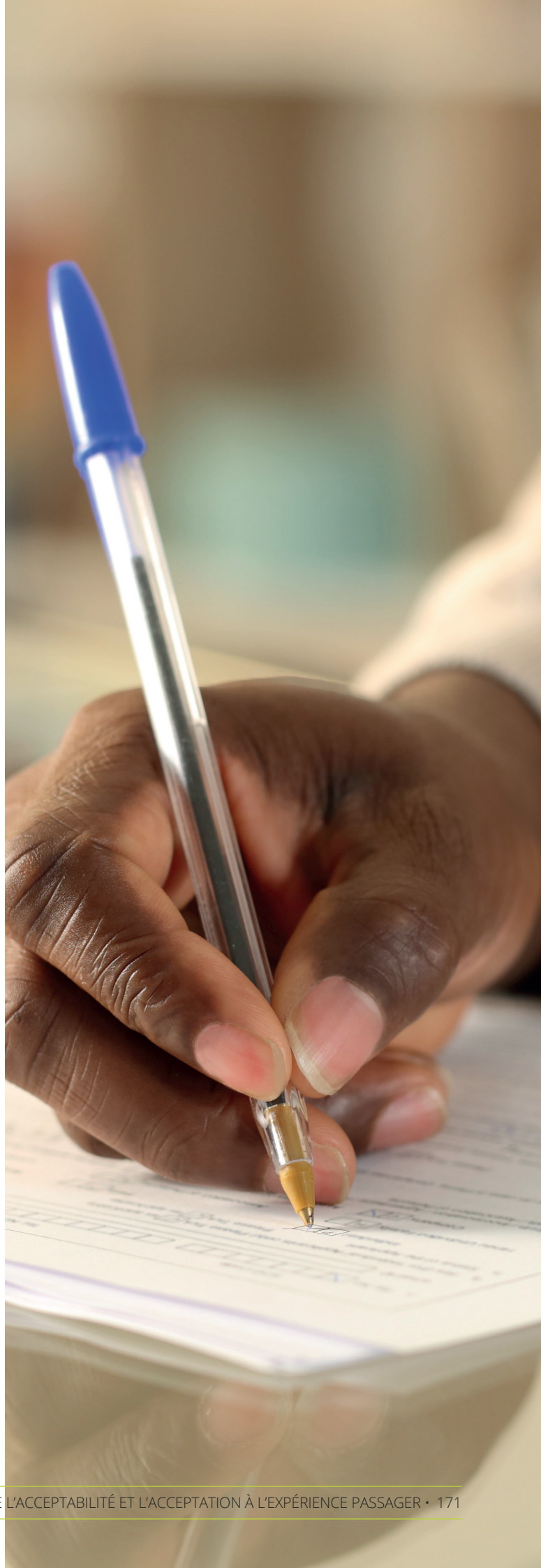
[44] FEYS, M., ROMBAUT, E., & VANHAVERBEKE, L., 2020. "Experience and Acceptance of Autonomous Shuttles in the Brussels Capital Region", *Sustainability*, 12(20), p. 8403. https://doi.org/10.3390/su12208403.

[45] KETTLES, N., VAN BELLE, J.-P., 2019, "Investigation into the Antecedents of Autonomous Car Acceptance using an Enhanced UTAUT Model," 2019 *International Conference on Advances in Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD)*, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICABCD.2019.8851011.

[46] SALONEN, A. O., HAAVISTO, N., 2019, "Towards Autonomous Transportation. Passengers' Experiences, Perceptions and Feelings in a Driverless Shuttle Bus in Finland", *Sustainability*, 11(3), p. 588. https://doi.org/10.3390/su11030588.

Ces modèles structurent les travaux menés sur l'acceptation des usagers lors d'expérimentations de navettes autonomes. Ils ont néanmoins été critiqués du fait de leur vision réductrice et de leur concentration sur la seule intention d'usage d'une nouvelle technologie. Les critiques ont souligné l'importance de se doter d'une vision plus large, qui permette notamment d'introduire de nouvelles variables pour expliquer l'intention d'usage[47].

Concernant les stratégies de recueil des données, la majorité des études repose sur des questionnaires remplis par les usagers pendant ou après leur utilisation du service[48]. Le questionnaire peut être complété par les usagers de manière physique ou numérique. Rares sont en revanche les travaux qui combinent cette méthode quantitative par questionnaire à des méthodes qualitatives basées sur des entretiens individuels semi-directifs et l'organisation d'entretiens collectifs (*focus groups*).



[47] MOTÁK, L., NEUVILLE, E., CHAMBRES, P., MARMOITON, F., MONÉGER, F., COUTAREL, F., & IZAUTE, M., 2017, "Antecedent variables of intentions to use an autonomous shuttle: Moving beyond TAM and TPB?", *European Review of Applied Psychology*, 67(5), pp. 269-278.

[48] BONNARDEL, S., 2021, "Robomobility for collective transport: a prospective user centric view", *Automotive Technology and Management*, vol. 21, n°1/2.

MESURER L'INTENTION COMPORTEMENTALE DANS UNE EXPÉRIMENTATION, LE CAS DE GERGOVIE

Lors d'un atelier de la Communauté d'intérêt, François Marmoiton et Marie Izaute, chercheurs de l'Université Clermont Auvergne, ont présenté l'expérimentation d'une navette autonome sur le site touristique du plateau de Gergovie financée dans le cadre du projet I-Site Clermont Cap 2025 et par le Département du Puy-de-Dôme.

Marie Izaute, professeure de psychologie, a détaillé la méthodologie suivie pour l'étude de l'acceptabilité et de l'acceptation de la navette[49]. En intégrant l'acceptabilité, l'appropriation et l'expérience utilisateur, la démarche visait à mesurer l'intention comportementale. Six variables[50] ont été retenues pour tester les facteurs qui pourraient inciter à prendre la navette autonome :

- **les attitudes** traduisent les jugements favorables ou défavorables envers la réalisation d'un comportement ;
- **les normes sociales** expriment la perception de la pression sociale des personnes importantes pour l'individu ;
- **le contrôle comportemental** perçu exprime le sentiment d'avoir les capacités, les ressources nécessaires et suffisamment de contrôle sur la situation pour un comportement ;
- **la performance attendue** (ou l'utilité perçue) est la croyance d'un individu concernant l'amélioration de sa performance grâce à l'utilisation d'une technologie ;
- **la facilité d'usage perçue** est la perception d'un individu concernant les efforts qu'il devrait fournir pour utiliser la technologie ;
- **la motivation hédonique** traduit le plaisir ressenti durant l'utilisation de la technologie.

Cette étude a mobilisé des questionnaires en ligne et répondait à deux interrogations : quelle est l'expérience vécue dans la navette autonome ? Est-ce que la préservation du patrimoine environnemental et historique, mise en avant par le département et les acteurs locaux, sont des leviers à actionner pour favoriser l'intention d'usage de la navette autonome ?

Les résultats des 402 questionnaires renseignés en ligne ont montré que les facteurs psychologiques expliquaient une très grande partie de l'intention d'usage des répondants. En effet, la motivation hédonique, les influences sociales et l'utilité perçue étaient trois autres facteurs clefs. En comparaison, les effets des risques perçus, le goût pour l'innovation, la confiance envers la technologie, la sensibilisation aux navettes, les conditions de facilitation avaient eu un impact négligeable sur l'intention d'utilisation.

[49] Atelier 14, 24/03/2022.

[50] Issues de la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1985), de la théorie de l'acceptation des technologies (Davies, 1989) et de la théorie unifiée de l'acceptation de l'usage des technologies (Venkatesh et Davis, 2003)



Favoriser la comparaison des résultats produits dans RIMA avec les autres expérimentations

Pour analyser l'expérience des usagers du réseau de navettes autonomes mis en place dans le Val de Drôme, le choix a été fait de s'inspirer de plusieurs modèles théoriques et des méthodologies utilisées dans le cadre d'autres projets d'expérimentation (EVRA, SHOW, etc.). Individuellement, ces modèles permettent de comprendre les mécanismes de l'acceptation d'une nouvelle technologie, mais ils peinent à saisir l'ensemble de la complexité de l'expérience de mobilité.

Or, les échanges conduits dans le cadre de la Communauté d'intérêt ont souligné l'importance de ne pas se focaliser uniquement sur l'acceptation de la technologie de conduite automatisée, mais de tenir compte aussi de la problématique du service dans ces différentes composantes[51]. Il s'agit en effet de distinguer les critères d'acceptation de navettes autonomes entre ceux qui sont propres au véhicule et ceux qui sont propres à l'utilisation d'un système de conduite automatisé.

Pour ce faire, l'enquête quantitative par questionnaire visant à mesurer l'acceptation du service de mobilité automatisée dans le projet RIMA est structurée autour de grandes catégories telles que l'expérience passager à bord des navettes en termes de sécurité, d'information, de confort et de plaisir, ou encore sur la manière dont les passagers utilisent leur temps de trajet. Pour identifier les catégories pertinentes à tester dans le questionnaire, ce dernier a été élaboré à l'aide des enseignements des évaluations des autres expérimentations de véhicules autonomes.

[51] Atelier 14, 24/03/2022.

Analyser l'expérience vécue du service

L'évaluation de l'expérience à bord des navettes constitue un élément clé pour comprendre le passage de l'acceptation à l'appropriation progressive du service et son inscription dans les pratiques de mobilité. Dans le cadre du projet RIMA, cette évaluation passera par la mise en place d'un questionnaire pour recueillir directement le ressenti et l'appréciation des usagers.

Cette appréciation de l'expérience vécue du service de mobilité automatisée sera également complétée par une enquête auprès des opérateurs de sécurité, qu'ils soient à bord des navettes de niveau 3 d'automatisation ou à distance pour les véhicules de niveau 4.

Tester les facteurs socio-démographiques, économiques et psychologiques

La combinaison des différentes approches théoriques évoquées précédemment a permis d'identifier la liste des facteurs qui contribuent à l'acceptation des navettes autonomes[52]. Dans l'enquête auprès des usagers du service de mobilité automatisée mise en place pour le projet RIMA, le choix est fait de tester les facteurs socio-démographiques (âge, genre, niveau d'études, lieu de résidence), les facteurs liés au service (sécurité, vitesse, contrôle, intimité, temps de transport, fréquence, taille de la navette), les facteurs économiques (prix, coût) et les facteurs psychologiques (attitude, confiance, plaisir, influence sociale, facilité d'utilisation, performance perçue).

L'intérêt d'une telle approche est de dépasser les limites associées à l'utilisation des modèles plus classiques d'acceptation des nouvelles technologies. Il s'agit ici de considérer l'évaluation du service déployé dans le projet RIMA à partir de l'ensemble des résultats déjà produits pour analyser l'acceptation des navettes autonomes dans différentes expérimentations.

Concrètement, le recueil des données passera par la réalisation d'un questionnaire papier. Il sera proposé par les opérateurs à bord et mis à disposition au sein des navettes à l'ensemble des usagers du service. Une version digitale sera également accessible grâce à un QR code affiché dans les véhicules. Ce questionnaire sera réalisé à partir de celui utilisé dans la première phase du projet et des enseignements tirés d'autres expérimentations similaires. Le questionnaire sera discuté avec le gestionnaire du service, les opérateurs de sécurité et avec un échantillon d'utilisateurs.

La prise en compte des opérateurs de sécurité

Dans les études d'acceptation conduites lors des expérimentations de navettes autonomes, les usagers soulignent systématiquement le rôle central joué par les opérateurs de sécurité à bord du véhicule dans l'expérience vécue[53]. Comprendre et mesurer l'expérience passager d'un service de mobilité automatisée suppose donc de prendre aussi en compte les opérateurs de sécurité, à la fois ceux à bord des navettes et ceux chargés de superviser le service à distance.

Malgré leur rôle central dans l'exploitation et l'expérience au sein des navettes autonomes, ces acteurs sont toutefois souvent oubliés dans l'analyse qui est faite de l'acceptation du véhicule. La contribution de ces acteurs à l'évaluation des expérimentations se limite en effet généralement à la tenue d'un registre d'événements tout au long du déploiement de la navette. C'est notamment le cas dans les programmes européens SHOW et Drive2theFuture qui mobilisent ces registres pour collecter de l'information[54].

[52] WU, Z., ZHOU, H., XI, H., & WU, N., 2021, "Analysing public acceptance of autonomous buses based on an extended TAM model", Intelligent Transport Systems, 15(10), pp. 1318-1330, https://doi.org/10.1049/itr2.12100 ; GOLDBACH, C., SICKMANN, J., PITZ, T., & ZIMASA, T., 2022, "Towards autonomous public transportation: Attitudes and intentions of the local population", Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 13, https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100504 ; LIU, N., BELDAD, A., 2022, "A Systematic Review of the Factors Influencing the Acceptance of an Autonomous Bus", Social Science Research Network, http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4016312.

[53] COSTESEQUE, Guillaume, mars 2020 ; DONG, Xiaoxia, DISCENNA, Matthew et GUERRA, Erick, Février 2019 ; BELLONE, Mauro et al., Décembre 2021.

[54] 2020, *SHared automation Operating models for Worldwide adoption SHOW Grant Agreement Number: 875530 D9.1 Evaluation Framework*, Rapport n°875530 D9.1, European Commission ; VAA, Truls et ESPIE, Stephane, 26 mars 2022, D5.1: Pilot Plans, European Commission.



En revanche, le rôle joué par les opérateurs à bord, notamment pour l'accompagnement des passagers, constitue un angle mort des programmes d'évaluation déployés dans le cadre de ces expérimentations. Afin d'y remédier, la Communauté d'intérêt souhaite se concentrer sur les opérateurs de sécurité du projet RIMA, considérés comme des acteurs à part entière dans l'évaluation du service.

Il s'agira ainsi de mieux comprendre le rôle qu'ils jouent au quotidien auprès des passagers des navettes autonomes composant le réseau de mobilité automatisée. Le but est d'en tirer des enseignements sur l'apport potentiel de ces accompagnants en matière de services et d'expériences des utilisateurs de transports de passagers automatisés.

L'objectif est d'utiliser notamment les opérateurs à bord des navettes comme des observateurs et des intermédiaires pour comprendre l'expérience vécue par les passagers. Leurs observations permettront de compléter sous un nouvel angle les résultats produits dans le cadre du questionnaire à bord et des *focus groups* utilisateurs. Un groupe de messagerie pourra être mis en place pour faciliter les remontées de terrain et le partage des observations des opérateurs de sécurité avec l'équipe de recherche.

L'enquête prendra également en compte les superviseurs déportés avec la mise en place de navettes de niveau 4 d'automatisation. Il s'agira notamment de comprendre leur rôle dans le déploiement du service et les interactions qu'ils peuvent par exemple nouer avec les usagers, les opérateurs toujours à bord de certaines navettes et les équipes d'intervention. Ces derniers constituent par ailleurs des observateurs de la manière dont le service est opéré sur le territoire. Ils seront donc également interrogés dans le cadre de cette enquête.

Au-delà de la collecte de données sur l'exploitation du service, ce volet de l'enquête vise à caractériser plus finement la place des opérateurs de sécurité pour garantir une expérience sécurisée, compréhensible, confortable et agréable pour les usagers du service[55]. Des entretiens seront ainsi réalisés pour les interroger sur leur formation, leur expérience ou les situations compliquées qu'ils ont pu avoir à gérer. En somme, il s'agira de comprendre plus finement le rôle clé joué par ces acteurs dans l'accompagnement des usagers du service à la fois avant, pendant et après le trajet en navette ou en bus autonome.

[55] HARTWICH, F., HOLLANDER, C., JOHANNMEYER D., & KREMS, J. F., 2021, "Improving Passenger Experience and Trust in Automated Vehicles Through User-Adaptive HMIs: "The More the Better" Does Not Apply to Everyone", *Frontiers in Human Dynamics*, 3, p. 13.

EXPLIQUER UNE CHUTE DE FRÉQUENTATION DANS DES EXPÉRIMENTATIONS DE NAVETTES AUTONOMES

Lors d'un atelier de la Communauté d'intérêt[56], Ferdinand Monéger, enseignant-chercheur associé à l'Université Clermont Auvergne, a présenté une analyse conduite sur quatre sites : un campus universitaire en Suisse, un centre de recherche en Auvergne, le congrès transports intelligents de Bordeaux et la technopole de Sophia Antipolis.

La fréquentation des navettes autonomes durant ces expérimentations a durablement chuté. Pour expliquer cette situation, une nouvelle série d'études a porté sur l'analyse des usagers sous le prisme de l'opérateur à bord de la navette. Plusieurs résultats en ont été tirés :

- l'acceptabilité *a priori* ne garantit pas toujours l'acceptation en pratique puisque qu'elle est une projection vers un usage futur et ne repose pas sur une vraie situation d'usage ;
- travailler uniquement sur le produit ne suffit pas à augmenter la performance du système automatisé, le but étant de rendre service à des usagers aux attentes différentes ;
- les conflits de valeurs, souvent impensés dans la conception du véhicule, freinent l'acceptation. Les opérateurs sont confrontés à des « situations critiques » où ils doivent arbitrer entre différentes valeurs[57] contradictoires. Par exemple, la radicalité de l'enjeu de sécurité s'oppose très souvent à la performance du véhicule.

[56] Atelier 14, 24/03/2022.

[57] Les travaux de thèse de Ferdinand Monéger ont montré que les opérateurs de sécurité avaient sept valeurs : la sécurité, le respect des procédures, le contrôle, la satisfaction, la non-gêne, l'utilité, la fiabilité. Voir MONÉGER, F., 2018, *Conception d'un service de transport par navettes autonomes acceptable et sécurisé : approche ergonomique par l'analyse des expériences vécues et des valeurs en acte*, Thèses en ligne, [En ligne], https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02066935.



©Fanny Vandecandelaere



ÉVALUER L'INSCRIPTION DU SERVICE DANS LE TERRITOIRE

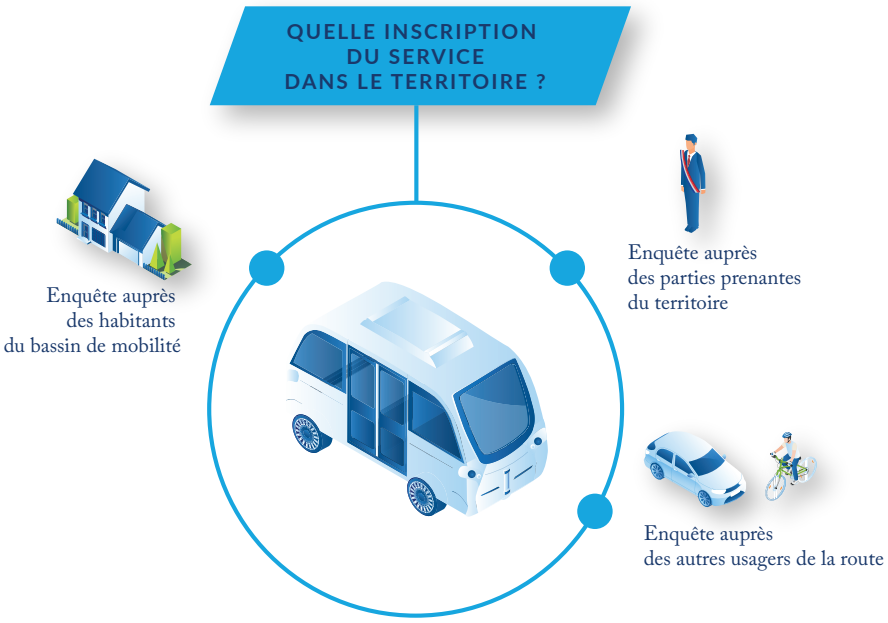
Au-delà de la mesure de l'expérience passager, les travaux de la Communauté d'intérêt ont mis en évidence l'importance d'envisager l'expérimentation d'une navette autonome à l'aune du contexte territorial au sein duquel elle s'insère[58]. Il s'agit en effet d'une condition clé pour s'assurer que cette solution innovante de transport réponde aux besoins des habitants et des acteurs locaux et pour qu'elle se transforme en un éventuel service commercial et pérenne de mobilité automatisée.

Cet aspect constitue pourtant un impensé dans l'évaluation de la plupart des expérimentations de navettes autonomes organisées jusqu'à présent. Cela s'explique par le fait que ces dernières restent encore principalement des démonstrateurs techniques dont le volet serviciel n'est pas ou peu développé. A l'inverse, le projet RIMA vise à créer un véritable pilote de services de mobilité automatisée en zone rurale associant différents véhicules au sein d'un même réseau.

La Communauté analysera l'inscription du service dans le territoire de Crest et du Val de Drôme afin de s'assurer qu'il serve aux mieux les attentes et les intérêts des différentes parties prenantes. Dans ce but, elle déploiera un programme d'enquêtes en trois volets pour interroger non seulement les acteurs politiques, administratifs, associatifs et économiques du territoire de déploiement, mais aussi les autres usagers de la route et les habitants du département.

Cette enquête permettra d'évaluer précisément la place du pilote de services de mobilité automatisée au sein de l'écosystème local. Elle produira des données utiles à l'amélioration du réseau lors des différentes phases du projet et à son enrichissement pour une exploitation commerciale à long terme.

[58] Voir à ce propos la comparaison des trois expérimentations Tornado, Cœur de Brenne et Val de Drôme de navettes autonomes en zone peu dense. Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome, 2022, *La mobilité autonome à la rencontre des territoires*, Rapport 2021/2022, chapitre 3, pp. 152-204, accessible au https://www.movinonconnect.com/wp-content/uploads/sites/19/2022/03/Rapport-véhicule-autonome-Macif-MOVINON.pdf.



Évaluer l'inscription du RIMA dans le territoire de Crest et du Val de Drôme

L'inscription dans le territoire, un impensé des expérimentations de véhicules autonomes

La problématique de l'inscription des expérimentations de navettes autonomes au sein de leur territoire de déploiement constitue souvent un impensé des projets de mobilité automatisée. La plupart des études se focalisent sur l'évaluation de la fiabilité technique de la navette, de son taux de fréquentation, du ressenti des utilisateurs et parfois des autres usagers de la voirie.

La question territoriale n'est souvent abordée que de manière indirecte à travers l'information et la participation des collectivités locales concernées à l'élaboration et au suivi de l'expérimentation. L'inscription d'un service de mobilité automatisée dans son territoire de circulation dépasse néanmoins le seul enjeu de l'association des élus locaux au projet.

Elle renvoie en effet à deux questions plus profondes : d'une part, celle de la capacité d'un pilote de services à faire évoluer les habitudes de mobilité d'une partie des habitants du territoire ; d'autre part, sa capacité à offrir une réponse aux flux de déplacements liés aux activités économiques et sociales qui s'y déroulent.

La pertinence du service de mobilité automatisée mis en place par rapport à ces derniers représente donc un élément majeur pour passer à la diffusion et à l'appropriation de la solution innovante de mobilité. C'est aussi à cette condition que le réseau de navettes autonomes pourra s'affirmer comme un système de transport utile et donc potentiellement durable.

Une approche cantonnée à une simple association des collectivités locales

Quelques expérimentations de mobilité automatisée se sont intéressées à la problématique de l'intégration du véhicule testé dans son territoire de déploiement. C'est par exemple le cas du projet Sécurité et

Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome (SAM) mené dans le cadre du programme EVRA. Le développement des 13 expérimentations du projet est en effet pensé en relation avec les représentants politico-administratifs de chaque territoire concerné.

Le projet SAM vise à créer un bien commun autour de la mobilité automatisée en mutualisant les connaissances issues des expérimentations. Dans ce but, un Collège des Territoires a été mis en place en 2019 qui réunit les collectivités et les intercommunalités accueillant et finançant les expérimentations. Animé par le Cerema[59], il est composé principalement d'élus et de cadres territoriaux en charge de la mobilité et des infrastructures routières.

Le Collèges constitue un espace de partage d'expériences sur l'avancement des expérimentations et de co-production de contenus pour le développement de services de mobilité automatisée. Les échanges en son sein portent notamment sur :

- le cadre réglementaire (procédures d'expérimentation, contractualisation par la commande publique) ;
- la technologie et ses enjeux (cas d'usage avec la technologie actuelle, données, adaptation de l'infrastructure) ;
- le débat citoyen (mobilité automatisée comme outil pour la transition écologique et solidaire, attentes des citoyens, éléments de communication sur la mobilité automatisée à l'égard des citoyens et des élus) ;
- la gouvernance et les politiques locales (place des véhicules autonomes dans les politiques de mobilité, leviers et freins au déploiement d'un service de mobilité automatisée).

De manière générale, les collectivités locales ont actuellement tendance à privilégier le développement des mobilités douces (marche, vélo) et partagées (autopartage, covoiturage) dans leurs politiques pour lutter contre le réchauffement climatique. La mobilité automatisée pourrait constituer une opportunité pour des cas d'usage de desserte du premier ou du dernier kilomètre, pour la desserte de zones peu denses et pour l'adaptation de l'offre de transport public. Il apparaît néanmoins que les besoins ne sont pas encore clairement exprimés par les élus. Le déploiement de ces nouvelles solutions de mobilité est par ailleurs entravé par leur coût et leurs limites techniques.

Une approche globale de l'inscription du service dans le territoire

Ce constat sur l'intérêt des collectivités locales pour les véhicules autonomes souligne en creux l'importance d'envisager la mobilité automatisée à partir de son territoire de déploiement. Cela doit permettre de la réinscrire dans un cadre plus large qui inclut les acteurs, les pratiques et les solutions de mobilité déjà présentes. Cet élargissement de la focale conduit par exemple à penser l'exploitation du service de navettes autonomes selon une logique d'intermodalité et de multimodalité pour compléter l'offre modale existante. La prise en compte de ces éléments va conditionner plus généralement la diffusion de la mobilité automatisée dans les territoires.

> ***L'amélioration de l'intermodalité dans les gares est un sujet majeur sur lequel travaille la SNCF et plus particulièrement Gares & Connexions et la Direction Innovation & Recherche du Groupe. L'enjeu consiste à favoriser l'articulation des systèmes de mobilité existants et à développer de nouvelles solutions dans une logique de premier-dernier kilomètre.***
> ***Cela s'avère complexe en raison de la multiplicité des acteurs locaux. Un modèle unique est ainsi souvent difficilement réplicable sur chaque gare. Cela pose deux enjeux : comment rendre plus visible l'offre existante et qui pilote l'écosystème local ?***
>
> *David Borot,*
> *directeur délégué nouvelles mobilités de la SNCF*
> *CO4, 11 janvier 2022*

[59] Voir https://www.cerema.fr/fr/actualites/cerema-partenaire-du-consortium-sam-experimentations.

LE PAS DE CÔTÉ

L'importance des jeux d'acteurs dans la diffusion d'une innovation. Le cas du christianisme.

Dans un ouvrage paru en 2022, Dominique Desjeux propose une réflexion sur la diffusion d'une innovation sociale : le christianisme[61]. Ce dernier est progressivement parvenu à supplanter les religions polythéistes qui le précédaient et à s'imposer comme la religion partagée dans une majorité du monde occidental, au détriment du judaïsme pourtant dominant au début de notre ère.

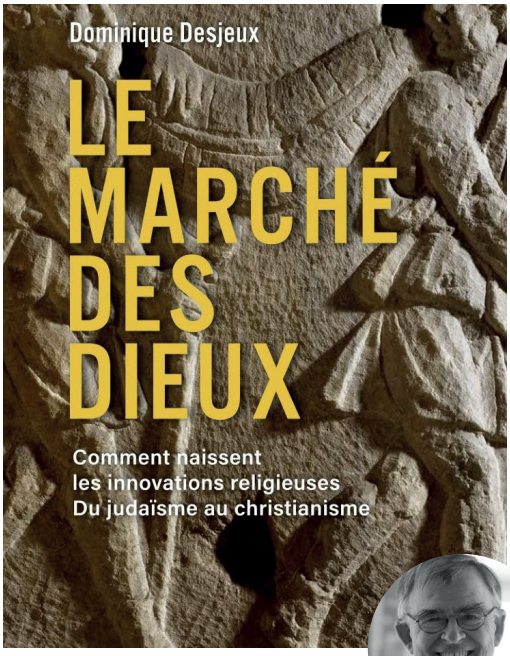
En appliquant les théories de l'anthropologie stratégique, Dominique Desjeux s'interroge sur les facteurs qui ont mené à la diffusion puis à la généralisation du christianisme. Il propose en creux une réflexion plus profonde sur les conditions de passage d'une invention à une innovation avant son adoption par le plus grand nombre, que celle-ci soit religieuse, sociale ou bien technique.

Il souligne ainsi l'intérêt de recourir à l'anthropologie stratégique pour comprendre les grandes étapes de réussite ou d'échec d'une innovation. Le christianisme est parvenu à s'imposer grâce à sa capacité à simplifier la vie des croyants. Il s'est aussi diffusé grâce aux accommodements auxquels il a consenti qui ont favorisé sa réception par des populations jusqu'alors marquées par des cultes polythéistes.

L'ouvrage présente l'intérêt de montrer que le christianisme a suivi un processus similaire à celui de toute innovation. La phase initiale, celle de l'invention, a été marquée par une forme d'ébullition et de flou. La phase d'innovation s'est traduite par une phase de structuration et de réinterprétation du dogme religieux. La dernière phase, celle de la réception, s'est appuyée sur les contingences de l'époque et sur les réseaux de pouvoir pour favoriser sa diffusion.

L'ouvrage inverse la perspective pour expliquer la réussite d'une innovation. Il souligne en effet l'importance de se focaliser non pas sur les qualités intrinsèques d'un produit, mais plutôt d'interroger son processus d'adoption et les usages prévus ou non qui voient progressivement le jour. Il met également en exergue l'incertitude inhérente à tout processus d'innovation.

Pour ce qui est du parallèle avec les véhicules autonomes, l'ouvrage éclaire sur l'importance de comprendre les jeux d'acteurs et leurs stratégies pour la diffusion de cette innovation. Cela vaut au plan national, avec la stratégie nationale pour le développement de la mobilité routière automatisée, mais aussi au plan local avec l'inscription des expérimentations dans leur territoire.



[61] DESJEUX, Dominique, 2022, *Le marché des Dieux. Comment naissent les innovations religieuses. Du judaïsme au christianisme*, Presses Universitaires de France.

Le projet RIMA constitue une opportunité inédite pour étudier et évaluer l'inscription concrète d'un service de mobilité automatisée dans son territoire. Pour ce faire, la Communauté va déployer une approche globale fondée sur trois enquêtes complémentaires.

La première a pour objectif d'analyser l'acceptabilité a priori des véhicules autonomes par les habitants du département de la Drôme. Il s'agit de sonder leur niveau de connaissance et d'information sur cette nouvelle technologie à la suite de la première phase de l'expérimentation dans le Val de Drôme en 2020-2021. Les résultats d'une première étude d'acceptabilité menée en 2022, ainsi qu'une autre auprès des habitants de l'Indre où se déroule actuellement le test d'une navette autonome dans le projet Cœur de Brenne, sont présentés en détail dans le chapitre suivant.

La seconde enquête vise à comprendre le processus d'élaboration et d'exploitation du service de mobilité automatisée avec l'écosystème des parties prenantes du territoire. En effet, les travaux réalisés par la Communauté en 2021 ont mis en exergue le rôle central joué par les acteurs locaux, en particulier les élus et les agents des collectivités. Au-delà du financement et du soutien à la mise en place des expérimentations, ils contribuent en effet à accélérer ou freiner leur déploiement.

La troisième enquête porte sur les autres usagers de la voirie impactés par la mise en place progressive du réseau hybride de mobilité automatisée. L'objectif est de se concentrer sur les automobilistes, les piétons et les motocyclistes qui interagiront avec les navettes autonomes. Il s'agit de comprendre comment le niveau d'acceptabilité de ces derniers à l'égard de la mobilité automatisée évolue en fonction des différentes phases de déploiement du réseau.

Une enquête auprès des parties prenantes

Afin d'appréhender l'inscription locale du réseau inclusif de mobilité automatisée, une enquête sera menée auprès des différentes parties prenantes non seulement du projet (membres du consortium, collectivités impliquées) mais aussi du territoire au sens large (services publics, entreprises, associations, etc.). Les entretiens permettront de comprendre le rôle de chacun de ces acteurs dans le déroulement concret du projet et l'évolution de leurs attentes respectives vis-à-vis d'un service de mobilité automatisée au fur et à mesure du déploiement du réseau.

Quelle association des parties prenantes dans RIMA ?

La problématique de l'association des différentes parties prenantes du territoire est souvent négligée dans la conduite des expérimentations de véhicules autonomes. Elle est éprouvée directement par les porteurs du projet sur le terrain dans la conduite de ce dernier, sans pour autant faire l'objet d'une analyse poussée. Cette dernière serait toutefois utile pour envisager une prolongation du déploiement des solutions testées, voire leur éventuelle réplicabilité sur d'autres territoires.

Les grands projets européens d'expérimentations de véhicules autonomes font exception en la matière. Le projet SHOW[62] comme le projet AVENUE[63] insistent par exemple tous les deux sur la nécessité de conduire une analyse de l'inscription des expérimentations dans leur écosystème local de parties prenantes. Cette préoccupation se retrouve également dans le projet RIMA. La Communauté conduira ainsi des échanges réguliers avec les différentes parties prenantes du territoire qui sont concernées, plus ou moins directement, par le réseau de mobilité automatisée.

Cette enquête permettra ainsi de comprendre finement la gouvernance et l'organisation du projet RIMA. Elle a en effet pour but de décrire l'évolution du mode d'association et du niveau d'intérêt des différents acteurs du territoire (services de l'État, collectivités,

[62] SHOW, April 2021, "D9.2: Pilot experimental plans, KPIs definition & impact assessment framework for pre-demo evaluation", https://show-project.eu/wp-content/uploads/2021/04/SHOW-WP09-D-UIP-003-01_-_SHOW_D9.2_Pilot_experimental_plans_SUBMITTED.pdf.

[63] NEMOTO, E., 25/09/2022, "Stakeholder Analysis on the integration of autonomous vehicles in the cities' mobility system", https://h2020-avenue.eu/wp-content/uploads/2020/05/Stakeholder-Analysis_AVENUE-project_20190925.pdf.

> ***Les travaux de la Communauté d'intérêt illustrent la dynamique d'écosystème dans laquelle la mobilité autonome se déploie. Nous intégrons des acteurs investis sur le territoire dans la création du service : les usagers, les élus locaux, les entreprises… et les opérateurs de terrain. L'objectif est de passer d'une expérimentation sur un parcours simple à des pilotes de service sur des zones, avec un modèle qui peut ensuite être répliqué sur d'autres territoires.***
>
> *Nicolas Marescaux, Directeur adjoint Réponses Besoins Sociétaires et Innovation de la Macif*
> *C04, 11 janvier 2022*

entreprises publiques et privées, associations, etc.). Cela permettra d'évaluer la manière dont le déploiement du projet contribue à faire évoluer les attentes et la position des acteurs politiques, administratifs, économiques, associatifs et sociaux du territoire à l'égard du service de mobilité automatisée.

Elle se focalisera également sur le processus d'exploitation du service (*front office / back office*) afin de cerner précisément les contributions et le niveau d'engagement des principaux partenaires du consortium tout au long du projet. L'enquête approfondira de même la contribution potentielle du transport automatisé marchandises au modèle opérationnel et économique du service. Les entretiens conduits avec les parties prenantes permettront de mieux comprendre les flux de marchandises sur le territoire et d'identifier les attentes potentielles des acteurs en la matière.

Enfin, ce volet de l'enquête permettra d'évaluer l'impact de la communication autour du projet, que ce soit auprès des parties prenantes du territoire de déploiement mais aussi de l'ensemble des habitants du département. En effet, il s'agissait d'un des principaux points faibles de la première phase de l'expérimentation dans le Val de Drôme identifiés dans le cadre de l'enquête conduite par la Communauté d'intérêt en 2021.

Des entretiens avec les acteurs du projet et du territoire

Concrètement, une série d'entretiens semi-directifs sera réalisée avec les parties prenantes du projet, qu'ils soient décisionnaires ou opérationnels (élus et agents administratifs), et avec certains acteurs locaux qui ne sont pas directement associés mais jouent un rôle important dans les flux et l'organisation des mobilités sur le territoire (acteurs associatifs, économiques et sociaux).

Les entretiens pourront être individuels ou collectifs, ces derniers prenant alors la forme de *focus groups* avec des élus ou des professionnels notamment. Ils seront réalisés à intervalles réguliers tout au long du projet afin de suivre l'évolution du positionnement de ces parties prenantes et de leur intégration en fonction des différentes phases de déploiement du service.

Ces entretiens feront suite à ceux réalisés l'an dernier auprès de certains acteurs politico-administratifs et associatifs du territoire concernant la première phase d'expérimentation d'une navette autonome entre la gare de Crest et l'Ecosite d'Eurre en 2020-2021. Outre les entreprises du consortium (beti, Navya, SVMS et Macif) et les autorités locales (Région, Département, Communauté de communes, communes), des entretiens seront également conduits avec des acteurs économiques, associatifs et sociaux importants du territoire qui seront concernés par les cas d'usages testés.

On peut citer à titre d'exemples l'agence de mobilité associative Dromolib ou l'association Biovallée. C'est également le cas du personnel de l'hôpital de Crest, de la maison de retraite, du lycée ou encore de l'agence Pôle Emploi locale. Des entretiens plus spécifiques seront également réalisés concernant le volet du projet sur le transport de marchandises auprès des acteurs concernés.



La prise en compte des autres usagers de la voirie

La plupart des enquêtes menées dans le cadre des expérimentations de navettes autonomes se focalise sur la mesure de l'acceptation des usagers du véhicule. Par ailleurs, celles qui se déroulent sur des sites piétons ou sur routes ouvertes s'intéressent souvent aux interactions qui voient le jour entre les navettes et les autres usagers de la voirie (piétons, cyclistes, voitures etc.). Néanmoins, elles se limitent souvent à une quantification de ces interactions. La Communauté cherchera dans le cadre de RIMA à évaluer la qualité de la coopération entre les navettes du réseau et les autres usagers de la voirie.

Une prise en compte sporadique des autres usagers de la voirie

La prise en compte des autres usagers de la voirie se limite à des travaux sporadiques. Symbole de l'histoire du développement de la mobilité automatisée, la plupart des études a été consacrée à l'interaction entre les navettes autonomes et les piétons dans le cadre d'un déploiement en milieu urbain. Elles ont notamment permis d'insister sur les difficultés associées à ces interactions. Le comportement un peu trop libre des piétons par rapport aux véhicules entrave leur circulation.[64] À l'inverse, certaines expérimentations se sont traduites par l'évolution du comportement des automobilistes, ces derniers adoptant une attitude plus prudente face à la navette comme dans le cadre du projet echosmile mené à Archamps[65].

Plus récemment, quelques expérimentations se sont intéressées à l'acceptabilité d'un service de mobilité automatisée par les autres usagers de la route. Cette question a été analysée dans le cadre de certains projets, notamment des expérimentations conduites à La Rochelle[66], à Nantes[67] ou plus récemment à Bruxelles[68].

L'analyse de l'interaction entre les navettes autonomes et les autres usagers de la voirie repose souvent sur trois composantes :

- **les données générées directement par les navettes**, qui permettent d'identifier leurs interactions avec les autres usagers (freinages d'urgence, dépassements, ralentissements, accumulation de véhicules derrière la navette) ;
- **les observations des opérateurs de sécurité**, consignées dans le registre de bord des navettes ;
- **les questionnaires proposés aux autres usagers de la voirie** pour mesurer leur ressenti à l'égard de la circulation de la navette. Ces derniers se focalisent principalement sur leur perception de la sécurité du véhicule autonome.

Les résultats produits lors de ces enquêtes tendent à montrer que les usagers d'une navette autonome et les autres usagers de la voirie partagent un même sentiment de sécurité à l'égard de cette nouvelle solution de mobilité. Ces travaux mettent néanmoins en évidence un paradoxe. En effet, la mise en place d'une expérimentation de mobilité automatisée sur un territoire se traduit par une hausse du niveau d'acceptation parmi les usagers de la navette. Essayer une navette autonome permet ainsi de réduire l'appréhension liée à l'utilisation d'une telle solution de mobilité.

En revanche, la mise en place d'une expérimentation de navette autonome se traduit par une diminution de l'acceptabilité par les autres usagers de la voirie, en particulier les automobilistes[69]. Ces derniers se trouvent en effet confrontés à des gênes liées en particulier à des ralentissements, voire des embouteillages, du fait de la vitesse de circulation des navettes encore insuffisante pour s'intégrer de manière fluide dans le trafic routier. Cette situation pourrait donc se traduire par une diminution du niveau d'acceptabilité globale à l'égard de la mobilité automatisée sur le territoire de l'expérimentation.

---

[64] MILLARD-BALL A., 2016, "Pedestrians, Autonomous Vehicles, and Cities," *Journal of Planning Education and Research*, 38, 1, pp. 6–12.

[65] Atelier 17, 15/09/2022.

[66] AINSALU J., al., 2018, "State of the Art of Automated Buses," *Sustainability*, vol. 10, p. 3118.

[67] COSTESEQUE, G., 2020, "Évaluation de l'expérimentation d'une navette autonome et d'une route photovoltaïque.", Cerema.

[68] ROMBAUT E., FEYS M., VANOBBERGHEN W., CAUWER C. DE, VANHAVERBEKE L., 2020, "Experience and Acceptance of an Autonomous Shuttle in the Brussels Capital Region," *Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems*, pp. 77–82.

[69] FEYS M., ROMBAUT E., VANHAVERBEKE L., 2020, "Experience and Acceptance of Autonomous Shuttles in the Brussels Capital Region," *Sustainability*, vol. 12, p. 8403.



LES INTERACTIONS ENTRE LES VÉHICULES AUTONOMES ET LES PIÉTONS

Un article scientifique publié en septembre 2022 propose une contribution originale sur les interactions entre les véhicules autonomes et les piétons[70]. Il souligne que ce champ de recherche reste encore paradoxalement très largement sous-investi, alors même qu'il pourrait constituer un enjeu majeur pour le développement de la mobilité automatisée.

Pour appuyer leur démonstration, les auteurs mettent en avant le concept d'« espace partagé ». Il s'agit d'un espace pensé pour minimiser les délimitations entre les différents usagers, notamment les piétons et les véhicules. Pour mener leur enquête, les chercheurs ont observé grâce à des enregistrements vidéo des interactions entre un véhicule et les piétons dans des espaces partagés.

Ils soulignent que les comportements dans ces espaces reposent principalement sur des normes implicites. Ainsi, la majorité des piétons adaptent leurs déplacements et leurs trajectoires en présence d'un véhicule. Ils soulignent également que le véhicule peut informer les piétons, mais que ces derniers s'informent aussi mutuellement de l'évolution de son comportement.

Partant de ces résultats, les auteurs proposent trois recommandations principales pour adapter la conception des véhicules autonomes à ces espaces partagés :

1. Les véhicules autonomes devront adapter leur mouvement en fonction de l'usage de l'espace par les piétons et de son évolution ;
2. Les futurs véhicules devront soutenir et contribuer à la diffusion de l'information auprès des piétons autour de leur mode de circulation ;
3. Les véhicules autonomes devront trouver un équilibre entre leurs systèmes d'alerte et le respect de la tranquillité et de l'ambiance des espaces partagés dans lesquels ils seront amenés à circuler.

[70] WANG, Y., HESPANHOL, L., WORRAL, S., TOMITSCH, M., Septembre 2022, "Pedestrian-Vehicle Interaction in Shared Space: Insights for Autonomous Vehicles", *AutomotiveUI '22: Proceedings of the 14th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, pp. 330 à 339, https://doi.org/10.1145/3543174.3546838.



Solliciter les autres usagers de la voirie dans RIMA

Dans le cadre du projet RIMA, la Communauté entend recueillir l'avis des autres usagers de la voirie. L'objectif de cette enquête est de se focaliser principalement sur les personnes qui interagiront avec les navettes autonomes lors de leur circulation, c'est-à-dire l'ensemble des automobilistes, des deux-roues motorisés, des cyclistes, des taxis ou encore les piétons qui partageront la route avec elles. Il s'agit de comprendre comment le niveau d'acceptabilité de ces derniers à l'égard de la mobilité automatisée évolue en fonction des différentes phases de déploiement du réseau.

Pour ce faire, les autres usagers de la voirie seront sollicités *via* à un questionnaire. La stratégie de passation de ce dernier s'effectuera grâce à l'affichage d'un QR code sur les navettes et d'un message pour inciter les personnes croisant ces dernières à donner leur avis. Le questionnaire sera accessible directement en ligne et tout au long du projet.

Il sera également mis à la disposition des communes traversées par les navettes, grâce à un affichage du QR code et à la présence d'exemplaires papier en mairie, pour inciter les habitants qui le souhaitent à donner leur avis sur le service. Un effort de communication et un tractage dans les lieux de déploiement seront également réalisés pour proposer aux habitants de répondre à l'enquête.

✦

L'implication de la Communauté d'intérêt dans le projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA) permettra de tester ses hypothèses relatives au développement de la mobilité autonome dans les territoires ruraux et périurbains. Ce projet inédit de pilote de services à grande échelle apportera des éléments de preuve quant à l'intérêt de déployer un réseau de mobilité autonome en zone peu dense.

L'objectif de la Communauté est de contribuer au développement du volet serviciel du projet. Dans cette perspective, les enquêtes menées autour de l'acceptabilité, de l'acceptation, de l'expérience passager des navettes autonomes et de leur inscription dans le territoire de Crest et du Val de Drôme permettront d'améliorer la qualité du service de mobilité autonome tout au long du projet.

La Communauté d'intérêt, représentée par la Macif, défendra pour ce faire une approche formative du pilote de services. Dans une telle approche, l'évaluation se fait en intégrant les parties prenantes du projet dès son lancement. Beaucoup d'expérimentations se limitent au contraire à une approche sommative où l'évaluation se fait après le déploiement du véhicule autonome. Cette façon de procéder ne permet cependant pas de générer de la valeur pour toutes les parties prenantes de l'écosystème.

L'originalité du projet RIMA réside finalement dans la mise en œuvre d'un modèle d'exploitation d'un service de mobilité autonome en territoire rural. C'est une étape centrale dans le passage à l'échelle des expérimentations de navettes autonomes vers un service commercial pérenne de mobilité autonome. Cette ambition implique de prendre en compte les valeurs et les attentes de toutes les parties prenantes, aussi bien les usagers potentiels du service que les autorités locales qui le financent et l'ensemble des acteurs qui peuvent agir sur son déploiement.

LES POINTS À RETENIR :

1. La Communauté d'intérêt s'est associée au projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA). Lauréat du quatrième Programme d'investissement d'avenir (PIA4), ce projet lui permettra de tester en pratique ses hypothèses sur le déploiement de la mobilité autonome dans un territoire rural, celui de Crest-Val de Drôme.

2. Le projet RIMA se démarque par son ambition fondée sur la mise en place un pilote de services de mobilité automatisée à grande échelle. Il se compose d'un réseau de sept véhicules autonomes, dont certains seront supervisés à distance, pour couvrir une zone géographique donnée.

3. La Communauté apportera deux contributions au projet RIMA : d'une part en évaluant l'acceptabilité, l'acceptation et l'expérience passager du service de navettes autonomes proposé, d'autre part en analysant l'inscription du réseau dans le territoire et ses liens avec les différentes parties prenantes concernées. Les résultats produits viendront ainsi nourrir le développement du volet serviciel du projet.

CHAPITRE 4

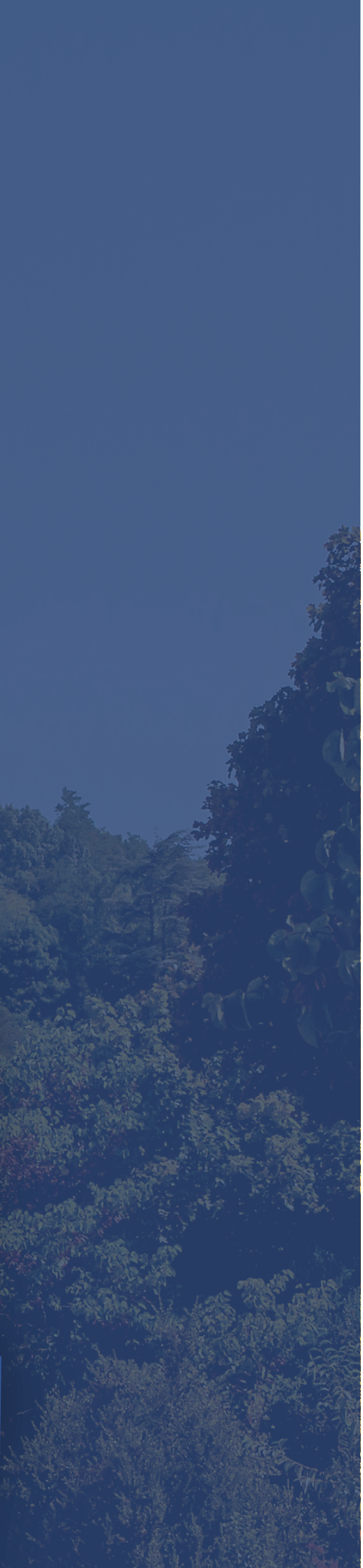
L'EXPÉRIMENTATION FAVORISE-T-ELLE L'OUVERTURE DES HABITANTS À L'ÉGARD DE LA MOBILITÉ AUTONOME ?

La Communauté d'intérêt a souhaité en 2022 aller au-delà des travaux classiques consacrés à l'acceptabilité. Dans cette optique, les partenaires de la Communauté se sont interrogés sur la manière dont une expérimentation de navettes autonomes s'intègre dans un territoire donné et comment elle peut influer sur les représentations de la mobilité autonome partagée. La Communauté a donc conduit une enquête quantitative dans deux territoires ruraux où ont été déployées des expérimentations de mobilité autonome, Crest-Val de Drôme dans la Drôme et Cœur de Brenne dans l'Indre.

L'objectif de cette enquête est d'évaluer l'impact de l'expérimentation de navettes autonomes sur le niveau d'acceptabilité a priori des habitants. Elle offre l'opportunité de vérifier l'hypothèse, mise en évidence dans les différents baromètres réalisés par la Macif et Védécom, selon laquelle le fait de voir un véhicule autonome conduit à une amélioration de l'acceptabilité et de l'acceptation de cette solution de mobilité.

Les travaux commencent par décrire les enjeux de mobilité des habitants interrogés, notamment leur dépendance à la voiture, leur ouverture au changement des pratiques de mobilité et à la mobilité autonome partagée (partie 1). Cette partie permet également de comparer ces tendances avec l'ensemble des Français. L'enquête mesure également le niveau d'acceptabilité des habitants interrogés concernant le déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire d'ici cinq ans et montrent une ouverture des habitants à l'égard de ce type de service (partie 2). Enfin, l'enquête décrit dans quelle mesure l'expérimentation de navettes autonomes favorise l'acceptabilité des habitants à l'égard de la mobilité autonome partagée et identifie quels sont les autres facteurs à prendre en compte pour favoriser l'intention d'usage personnel de ce type de service (partie 3). Cette évaluation permettra de formuler des recommandations à partir des principaux leviers d'adhésion et des obstacles identifiés.

Ce travail préfigure celui que conduira la Communauté d'intérêt tout au long de la mise en œuvre du projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA).



p. 190

PARTIE 1

IDENTIFICATION DES ENJEUX DE MOBILITÉ DES DEUX TERRITOIRES

La description des pratiques de mobilité des habitants interrogés met en évidence une forte dépendance à la voiture ainsi qu'une ouverture au changement pour adopter des pratiques de mobilité plus vertueuses.

p. 200

PARTIE 2

L'ACCEPTABILITÉ D'UN SERVICE DE NAVETTES AUTONOMES SUR SON TERRITOIRE

Trois profils d'opinion se dégagent dans la manière dont les habitants se projettent dans la mobilité autonome : les réfractaires (14 %), les dubitatifs (32 %) et les intéressés (54 %).

p. 232

PARTIE 3

FACTEURS D'ACCEPTABILITÉ D'UN SERVICE DE NAVETTES AUTONOMES SUR SON TERRITOIRE

Les résultats de l'enquête montrent que l'expérimentation de navettes autonomes favorise l'acceptabilité des habitants. En revanche, elle ne favorise pas l'intention d'usage personnel. L'ouverture des habitants au changement de leurs pratiques de mobilité est un facteur très important.

IDENTIFICATION DES ENJEUX DE MOBILITÉ DES DEUX TERRITOIRES

Cette première partie de l'enquête décrit l'échantillon et présente les pratiques de mobilité des habitants interrogés. Ces premiers résultats permettent de contextualiser l'impact de l'expérimentation au regard des enjeux de mobilité des territoires étudiés.

Plusieurs aspects y sont abordés :

- la description de l'échantillon, tant géographique que socio-démographique ;
- l'explication de la dépendance à la voiture des habitants interrogés avec une mise en perspective vis-à-vis des autres territoires français ;
- une décomposition des principaux facteurs de motivation au changement des pratiques de mobilité à court terme ainsi que l'appréhension des habitants interrogés de la mobilité autonome partagée comme nouvelle pratique de mobilité.

Description de l'échantillon

La passation du questionnaire s'est déroulée dans deux départements : la Drôme (expérimentation Val de Drôme) et l'Indre (Cœur de Brenne). Cette échelle géographique permet de comparer l'appréhension de la mobilité autonome d'habitants qui vivent près d'une expérimentation avec d'autres, plus éloignés.

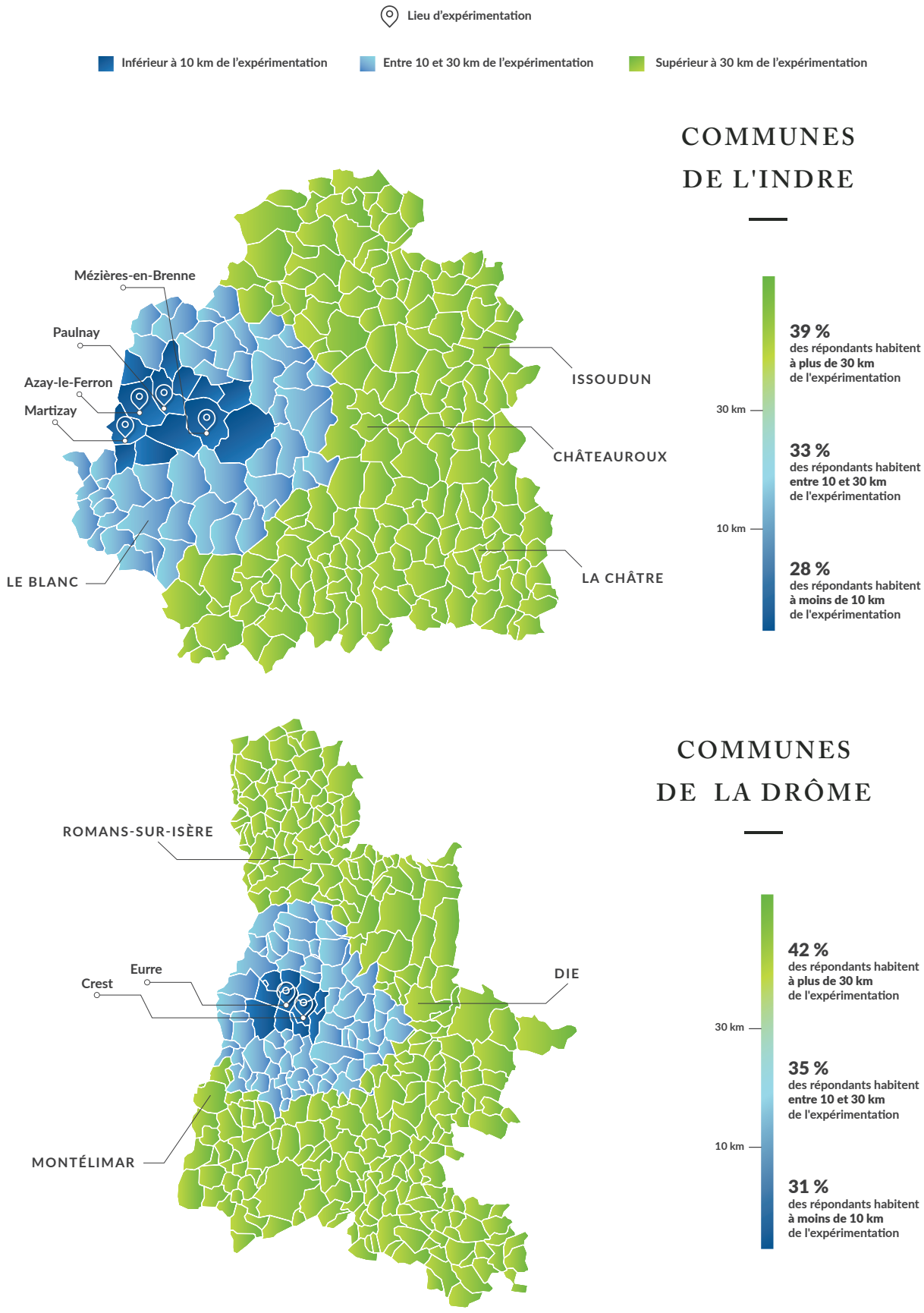
Les 346 habitants qui ont répondu à l'enquête ont déclaré la commune dans laquelle ils vivent. Ainsi, il a été possible de calculer la distance kilométrique[1] entre leur lieu de vie et l'expérimentation de navette autonome sur leur territoire. Cette donnée permet d'avoir une vision approximative de la répartition géographique des habitants interrogés autour de l'expérimentation :

- 26 % des habitants interrogés habitent à moins de dix kilomètres des expérimentations Val de Drôme et Coeur de Brenne ;
- 34 % des habitants interrogés habitent entre dix et trente kilomètres des expérimentations Val de Drôme et Coeur de Brenne ;
- 40 % des habitants interrogés habitent à plus de trente kilomètres des expérimentations Val de Drôme et Coeur de Brenne.

Les habitants appartenant aux deux sous-échantillons de la Drôme et de l'Indre sont répartis sur leur territoire dans les proportions suivantes :

[1] Les habitants interrogés ont déclaré vivre dans 153 communes. Chaque commune a été associée à une distance avec l'expérimentation de navette autonome sur son territoire. Pour ce faire, l'itinéraire routier le plus court a été recherché entre chaque commune et les points d'étapes du circuit de l'expérimentation de son territoire en point d'arrivée avec l'application Google Maps.

Distribution géographique des répondants au sein des deux sous-échantillons



Au sein de ces deux départements, les échantillons ont des caractéristiques socio-démographiques proches. Que ce soit dans l'Indre ou dans la Drôme, deux sous-populations se distinguent : les actifs (en emploi ou chômeurs) âgés de 30 à 60 ans et les seniors de plus de 60 ans.

Distribution des 346 habitants interrogés

	Échantillon total	Indre	Drôme
Nombre de répondants	346	168	178
Genre			
Homme	51 %	48 %	54 %
Femme	48 %	51 %	45 %
Autre	1 %	1 %	1 %
Âge			
Moins de 30 ans	10 %	11 %	8 %
Entre 30 et 60 ans	47 %	42 %	53 %
Plus de 60 ans	43 %	47 %	39 %
Activité professionnelle			
Étudiant	4 %	4 %	3 %
En emploi	49 %	45 %	52 %
Retraité	38 %	42 %	34 %
Chômeur	5 %	4 %	6 %
Inactif	5 %	5 %	5 %

Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 51 % des habitants interrogés sont des hommes et 48 % sont des femmes.

En revanche, les habitants des deux départements vivent sur différents types de territoires. Pour ce qui est de la Drôme, 45 % des habitants interrogés vivent dans le monde rural et 55 % dans un territoire urbain et périurbain. Dans l'Indre, 77 % des habitants interrogés vivent dans un territoire rural alors que 22 % vivent dans un territoire urbain ou périurbain.



Dépendance à la voiture

Les habitants interrogés expriment une forte dépendance à la voiture. 68 % d'entre eux n'utilisent que leur voiture personnelle pour leurs déplacements entre un et dix kilomètres. Seulement 32 % utilisent d'autres alternatives pour se déplacer, notamment du transport partagé (transport en commun, du covoiturage ou de l'autostop).

Cette dépendance des deux sous-échantillons s'inscrit dans une dynamique territoriale :

- d'une part, au niveau national, puisque 71 % des Français[2] utilisaient la voiture comme moyen de transport principal en 2021 ;
- d'autre part, au niveau régional, puisque 77 % des Français de la région Centre-Val de Loire[3] et 72 % des Français de la région Auvergne-Rhône-Alpes[4] utilisaient la voiture comme moyen de transport principal en 2021.

Ce recours massif à la voiture a plusieurs conséquences sur le territoire :

- une forte motorisation des ménages puisque près de 95 % des habitants interrogés dans l'Indre et la Drôme disent avoir au moins une voiture dans leur ménage ;
- une large détention du permis de conduire puisque près de 92 % des habitants interrogés dans l'Indre et la Drôme déclarent avoir le permis de conduire et être apte à conduire. Seulement 7 % déclarent ne pas avoir le permis de conduire.

Cette dépendance s'exprime à des niveaux différents dans les deux sous-échantillons. 79 % des habitants interrogés de l'Indre disent ne se déplacer qu'en voiture pour leurs trajets entre un et dix kilomètres contre seulement 57 % des habitants interrogés dans la Drôme. L'écart est d'autant plus important dans le monde rural. 85 % des ruraux interrogés dans l'Indre ne se déplacent qu'en voiture pour leurs trajets entre un et dix kilomètres contre seulement 67 % des ruraux interrogés dans la Drôme. En comparaison, selon le baromètre Wimoov et Fondation pour la nature et l'homme de 2022[5], 86 % des Français qui vivaient dans des communes isolées disaient utiliser la voiture comme transport principal en 2021.

[2] Wimoov, Fondation pour la nature et l'homme. (2022). *Baromètre des mobilités du quotidien, 2ème édition. Résultats nationaux Extrait N°1 – mars 2022.*

[3] Ibid

[4] Ibid

[5] Ibid



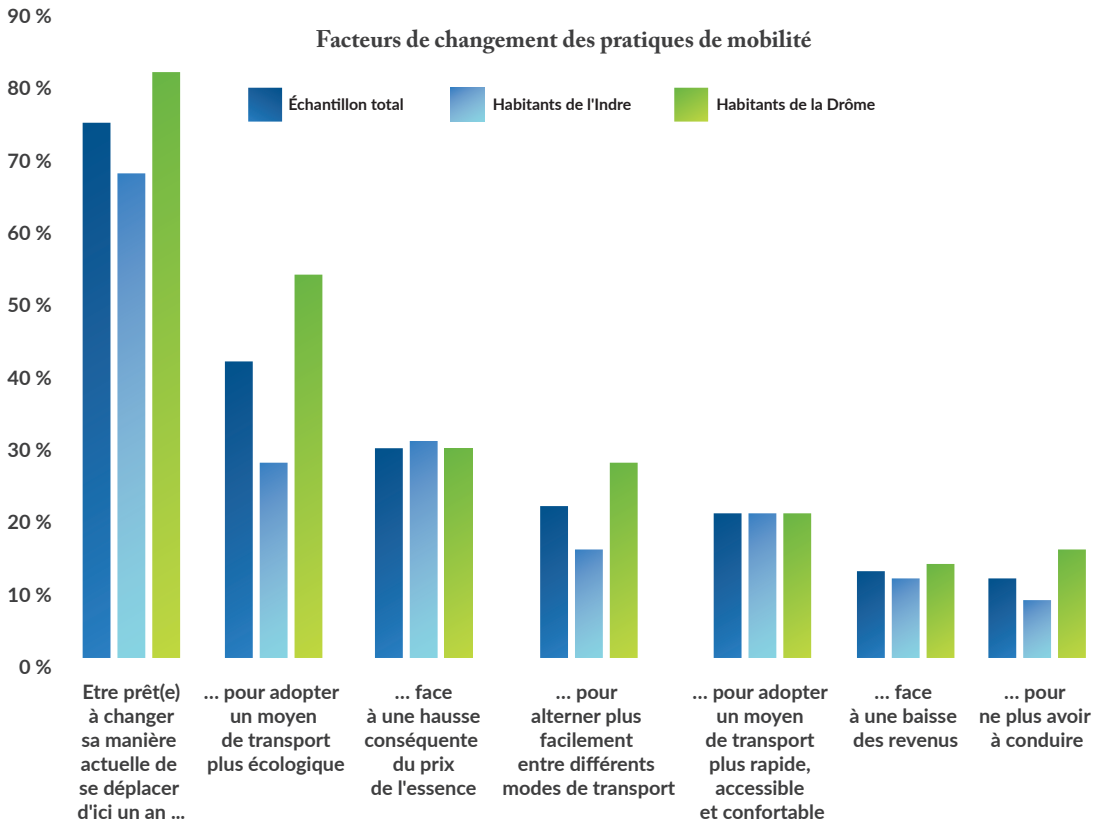
Cette dépendance à la voiture sur les deux territoires s'explique notamment à cause de la faiblesse des alternatives disponibles. La Drôme est un peu plus riche en la matière puisque 29 % de ses habitants interrogés disent avoir accès à des alternatives à la voiture satisfaisantes contre 19 % pour les habitants de l'Indre. En comparaison, selon le baromètre Wimoov et de la Fondation pour la nature et l'homme, 55 % des Français disaient avoir le choix entre différents moyens de transport en 2021. Ce point de vue était partagé par 53 % des Français vivant en région Auvergne-Rhône-Alpes et 45 % en région Centre-Val de Loire.

Cet écart se réduit néanmoins dans les zones rurales puisque seulement 17 % des ruraux interrogés dans l'Indre et 24 % dans la Drôme déclarent avoir des alternatives à la voiture pour leurs déplacements. Les deux sous-échantillons soulignent la faible dotation du monde rural en solutions de transport. Selon le baromètre Wimoov et de la Fondation pour la nature et l'homme, seulement 26 % des Français résidant dans des communes isolées déclarent avoir le choix entre différents moyens de transport. Ce point de vue est partagé par 18 % des Français ruraux de la région Auvergne-Rhône-Alpes rurale et 34 % des ruraux de la région Centre-Val de Loire.

Au-delà des alternatives à la voiture, les politiques de mobilité des intercommunalités des deux expérimentations sont très différentes. Au cours de sa seconde année d'activité, la Communauté d'Intérêt du Véhicule Autonome avait montré que la Vallée de la Drôme Aval était très ambitieuse en termes de politiques locales de mobilité et que le réseau local était constitué d'acteurs privés, publics et associatifs très investis. En comparaison, la Communauté de communes Cœur de Brenne a davantage axé ses politiques d'attractivité autour de sa centralité et de politiques liées au numérique.

Ouverture au changement des pratiques de mobilité

Les résultats de l'enquête mettent également en exergue les différents facteurs qui pourraient amener les habitants interrogés à changer leurs pratiques de mobilité.



Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 74 % des habitants interrogés se disent prêts à changer leur manière de se déplacer d'ici un an. Ce point de vue est partagé par 67 % des habitants interrogés dans l'Indre et 81 % des habitants de la Drôme.

74 % des habitants interrogés se déclarent prêts à changer leur manière de se déplacer d'ici un an. Cette ouverture est motivée par des facteurs précis :

- la recherche d'un moyen de transport plus écologique (41 % des habitants interrogés) et le renforcement de l'intermodalité (21 % des habitants interrogés) ;
- une augmentation conséquente du prix de l'essence (30 % des habitants interrogés).

Les deux territoires ont des projections différentes à cet égard :

- les habitants interrogés dans la Drôme montrent une plus forte ouverture au changement : 81 % d'entre eux se disent prêts à changer leur manière de se déplacer d'ici un an, contre 67 % dans l'Indre ;
- dans la Drôme, les habitants interrogés invoquent davantage une recherche de moyen de transport plus écologique et une envie de faciliter l'intermodalité en alternant entre différents moyens de transport. Dans l'Indre, la première justification concerne l'augmentation du prix de l'essence, ce qui correspond à un changement contraint.

En revanche, cette attente de changement a une portée limitée. En effet, le fait de ne plus avoir à conduire est le dernier critère choisi, par 11 % des habitants interrogés. Aussi, la baisse des revenus est un facteur très peu énoncé, ce qui souligne la faible possibilité des répondants à se passer de la voiture. L'augmentation du prix de l'essence est le premier facteur de motivation sur lequel les deux échantillons se projettent dans la même ampleur. Près de 30 % des habitants interrogés dans l'Indre et la Drôme se disent prêts à changer leur manière de se déplacer en cas d'augmentation significative du prix de l'essence. Même chez les habitants qui déclarent ne pas avoir d'autres alternatives à la voiture ou ceux qui ne se déplacent qu'en voiture, la part des répondants prêts à changer leur manière de se déplacer en cas d'augmentation du prix de l'essence reste limitée à 30 %. Cet attachement à l'utilisation de la voiture se retrouve également à l'échelle nationale. Selon le baromètre Wimoov et de la Fondation pour la nature et l'homme, seulement 32 % des Français réduiraient beaucoup ou complètement l'usage de leur voiture personnelle en cas d'augmentation de plus de 100 % du prix de l'essence et un tiers ne changerait pas leur usage de la voiture personnelle. Le baromètre insiste sur la grande dépendance des Français à l'égard de la voiture personnelle, car, quelle que soit l'augmentation du prix annoncée, la part des Français qui déclarent être prêts à diminuer leur usage de la voiture varie peu.

Perception de la mobilité autonome

Pour ce qui est du rapport à la mobilité autonome, les habitants interrogés disent savoir ce qu'est un véhicule autonome. C'est le cas pour 77 % des habitants interrogés dans l'Indre et 70 % dans la Drôme. En revanche, les habitants avaient une très faible visibilité de ce qu'était une navette autonome avant l'expérimentation sur leur territoire :

- 58 % des habitants interrogés dans l'Indre et 47 % dans la Drôme n'avaient jamais vu de navette autonome avant l'expérimentation, aussi bien "en vrai" que dans les médias ou dans des fictions ;
- près d'un tiers des habitants interrogés sur les deux territoires avaient déjà vu une navette autonome avant l'expérimentation, dans des fictions ou des médias ;
- seulement 11 % des habitants interrogés dans l'Indre et 14 % dans la Drôme avaient vu une navette autonome "en vrai".

Ce faible niveau de connaissance pratique de ce qu'est un véhicule autonome est aligné avec celui des Français. Selon la 3ème édition du baromètre Macif et Védécom[6], seulement 18 % des Français avaient déjà vu un véhicule autonome en 2022 et 6 % en ont déjà utilisé un. Ces chiffres varient selon les caractéristiques des habitants puisque 12 % des ruraux et 29 % des 18-24 ans disent avoir déjà vu un véhicule autonome. Si on compare les deux territoires étudiés, 15 % des ruraux de l'Indre (et 14 % dans la Drôme) avaient déjà vu une navette autonome "en vrai" avant l'expérimentation et un quart des jeunes de moins de 30 ans sur les deux territoires en avaient déjà vu une.

En revanche, les habitants des deux territoires investigués expriment une intention d'usage personnel bien plus forte que les Français à l'égard de la mobilité autonome. S'ils en avaient la possibilité dans les années à venir, 32 % des Français aimeraient (re)utiliser régulièrement un ou plusieurs véhicules autonomes. Ce chiffre passe à 42 % chez les Français qui ont déjà vu un véhicule autonome. Dans cette enquête, les habitants interrogés expriment une intention d'usage différente selon la distance du trajet et le territoire investigué.



[6] Macif, Institut Védécom, 2022, *Résultats de la 3ème édition du baromètre d'acceptabilité du véhicule autonome.*

L'intention d'usage personnel s'accroît avec la distance du trajet.

- Pour les trajets très courts de moins d'un kilomètre, les habitants interrogés expriment une faible intention d'usage. 40 % des répondants disent qu'ils n'utiliseraient jamais la navette autonome et 20 % se contenteraient d'un unique test. Concernant les usages plus récurrents, seulement 18 % déclarent être prêts à l'utiliser parfois et 14 % fréquemment. Pour ces trajets, les personnes interrogées soulignent généralement préférer la marche pour effectuer ce type de déplacement.
- L'intention d'usage est beaucoup plus forte pour les trajets de plus d'un kilomètre. Près de 80 % des habitants se disent prêts à utiliser la navette autonome pour faire ce type de trajet, dont 60 % pour un usage régulier. En revanche, la propension à se limiter à un seul test de la navette autonome ne varie pas par rapport aux courts trajets inférieurs à un kilomètre. Ainsi, les répondants qui se disent prêts à ne tester qu'une fois la navette autonome ne perçoivent pas ce véhicule comme un vrai moyen de transport. Ils sont plutôt animés par la curiosité de tester cette technologie, indépendamment de la distance du trajet.

Parmi les 346 répondants :

42 % déclarent ne pas vouloir utiliser la navette autonome pour de très courts trajets de moins d'un kilomètre et 19 % se limitent à un test unique.

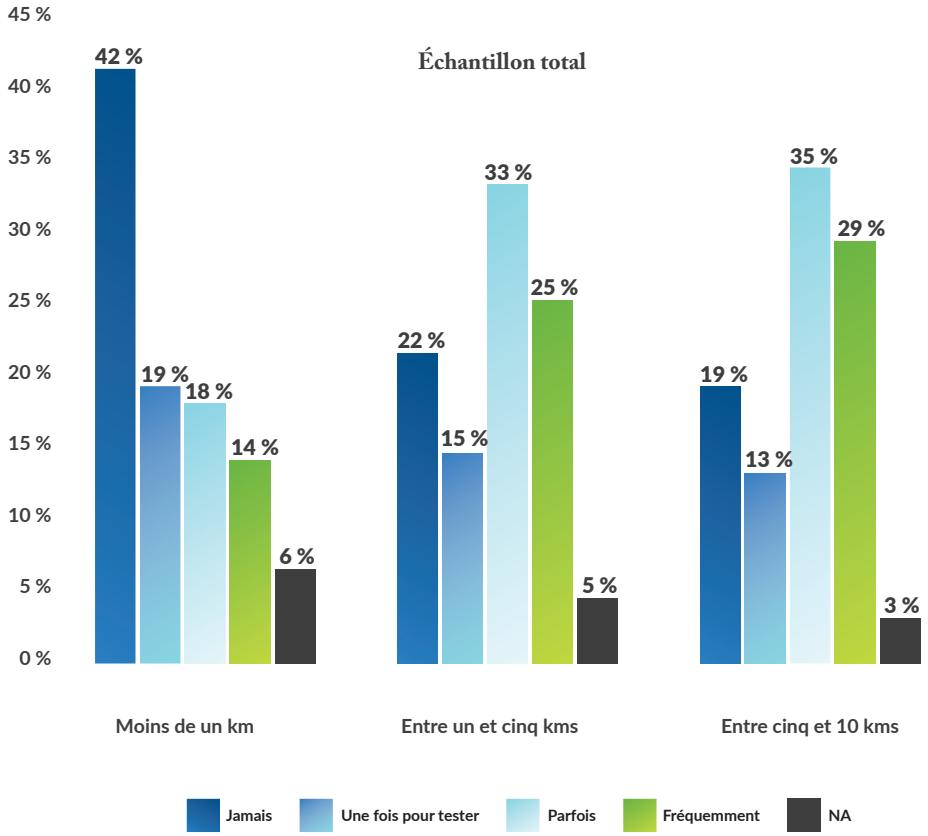
Pour des trajets entre un et cinq kilomètres, 60 % des répondants déclarent être prêts à utiliser la navette régulièrement, dont 30 % fréquemment.

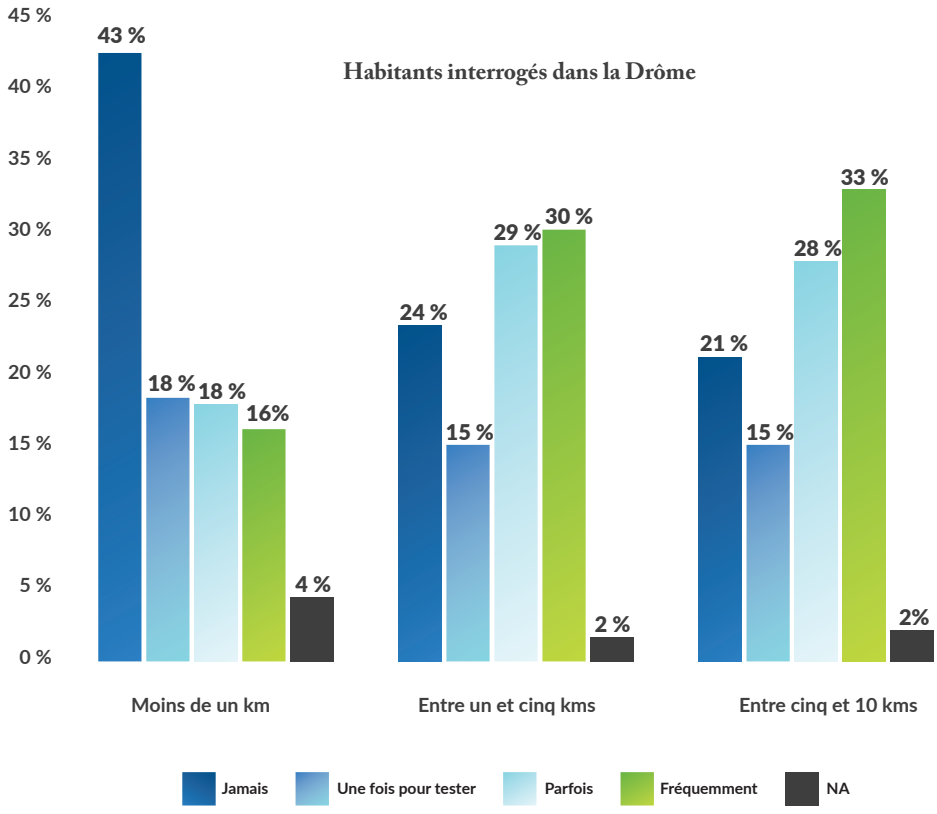
Pour des trajets entre cinq et dix kilomètres, 65 % des répondants déclarent être prêts à utiliser la navette régulièrement, dont 30 % fréquemment.

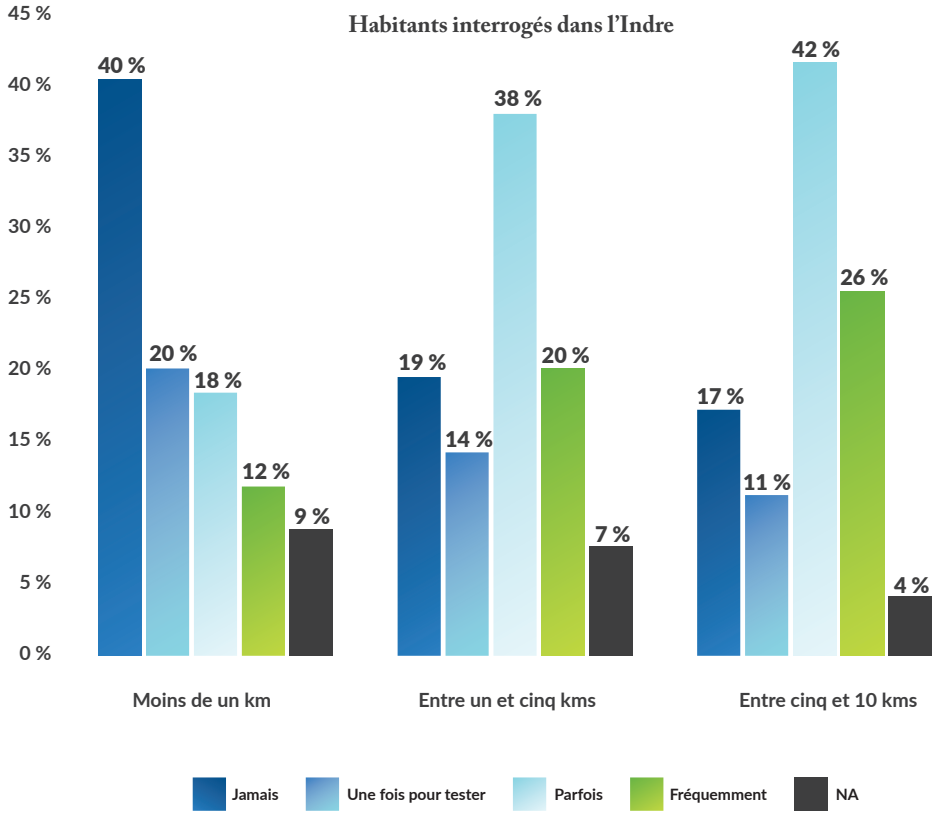
L'intention d'usage varie selon le territoire de l'habitant

Sur les trajets supérieurs à un kilomètre, près de 60 % des répondants des deux départements sont prêts à utiliser régulièrement la navette autonome. Or, cette intention d'usage régulier ne se traduit pas de la même façon dans les deux territoires.

- Les répondants de la Drôme expriment deux tendances proches pour l'usage régulier de la navette autonome. Pour les trajets entre un et cinq kilomètres, 29 % des répondants sont prêts à l'utiliser parfois et 30 % fréquemment. Aussi, pour les trajets entre cinq et dix kilomètres, 28 % sont prêts à l'utiliser parfois et 33% fréquemment. Ce résultat s'explique notamment par le fait que les habitants de la Drôme sont un peu plus ouverts à l'utilisation d'autres moyens de transport que la voiture par rapport aux habitants de l'Indre.
- Les répondants de l'Indre déclarent une préférence pour une utilisation régulière plus ponctuelle. Pour les trajets entre un et cinq kilomètres, 38 % des répondants sont prêts à utiliser la navette parfois contre 20 % fréquemment. Pour les trajets entre cinq et dix kilomètres, 42 % sont prêts à l'utiliser parfois et 26 % fréquemment. Ce résultat s'explique notamment par une dépendance plus marquée à la voiture dans ce territoire et une certaine rigidité à cet égard liée à la ruralité du territoire.


Échantillon total
45 %
40 %
35 %
30 %
25 %
20 %
15 %
10 %
5 %
0 %
42 %
19 %
18 %
14 %
6 %
22 %
15 %
33 %
25 %
5 %
19 %
13 %
35 %
29 %
3 %
Moins de un km
Entre un et cinq kms
Entre cinq et 10 kms
Jamais
Une fois pour tester
Parfois
Fréquemment
NA


Habitants interrogés dans la Drôme
45 %
40 %
35 %
30 %
25 %
20 %
15 %
10 %
5 %
0 %
43 %
18 %
18 %
16%
4 %
24 %
15 %
29 %
30 %
2 %
21 %
15 %
28 %
33 %
2%
Moins de un km
Entre un et cinq kms
Entre cinq et 10 kms
Jamais
Une fois pour tester
Parfois
Fréquemment
NA



LES POINTS À RETENIR :

- Les habitants interrogés expriment une forte dépendance à la voiture dans leurs trajets du quotidien, notamment en zone rurale à cause d'un nombre restreint d'alternatives à la voiture. En revanche, les niveaux de dépendance varient dans les territoires. Cette différence s'explique par la nature de ces deux territoires et par les politiques de mobilité qui y sont mises en place.
- Les habitants interrogés expriment une forte ouverture au changement dans leur pratique de mobilité. Ils mettent en avant le désir d'adopter un moyen de transport plus écologique, pour répondre à une augmentation du prix de l'essence ou pour faciliter leur intermodalité. En revanche, cette ouverture ne traduit pas une remise en cause de l'utilisation de la voiture comme moyen de transport principal.
- Les habitants interrogés expriment une forte intention d'usage personnel de la navette autonome, malgré une faible connaissance pratique *a priori* de cette solution de mobilité. Cette intention s'accroît avec la longueur du trajet et varie selon les territoires. En revanche, l'intérêt reste faible pour les trajets de moins d'un kilomètre pour lesquels la marche est perçue comme un moyen de déplacement plus efficace.

L'ACCEPTABILITÉ D'UN SERVICE DE NAVETTES AUTONOMES SUR SON TERRITOIRE

Cette seconde partie de l'enquête décrit comment les habitants interrogés se projettent vers le déploiement d'un éventuel service de navettes autonomes sur leur territoire d'ici cinq ans. Au fil du questionnaire, les habitants ont été invités à réfléchir à différents aspects concrets liés à ce service hypothétique pour se façonner une opinion globale sur le projet.

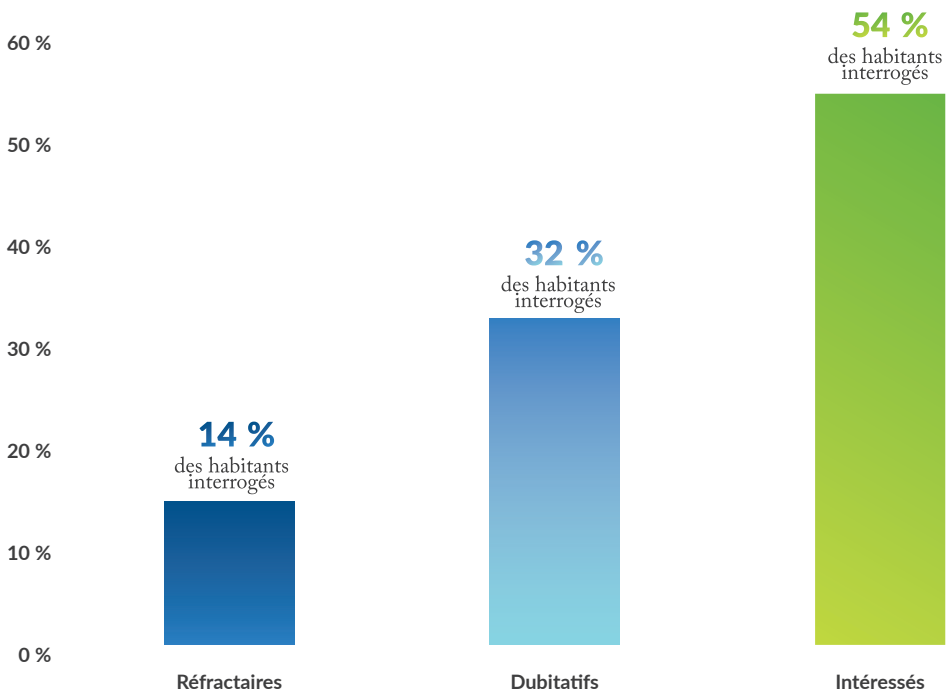
À l'issue du questionnaire, trois grandes opinions ont émergé :

les habitants réfractaires (14 %) sont opposés à ce type de service sur leur territoire ;

les habitants dubitatifs (32 %) se disent indécis ou pas suffisamment informés pour émettre un avis sur ce type de projet ;

les habitants intéressés (54 %) sont en faveur de ce type de service sur leur territoire.

Quelle opinion avez-vous sur le projet de déploiement d'un service de navette autonome sur votre territoire ?

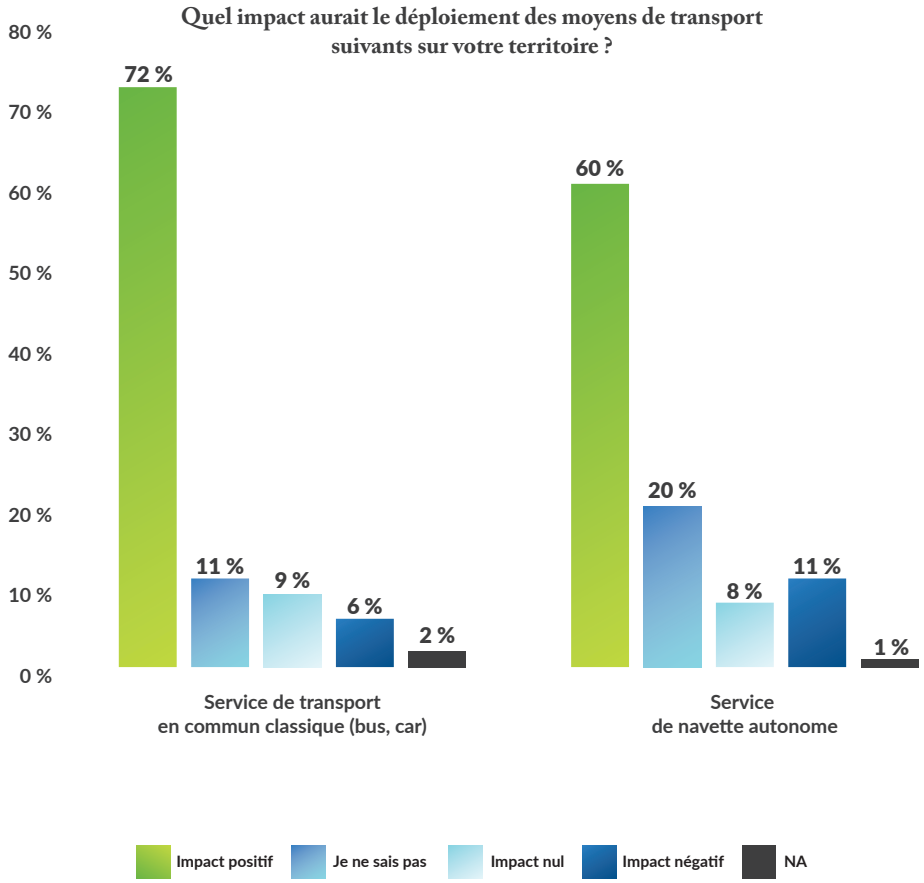


Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 14 % des habitants interrogés se disent réfractaires au déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire d'ici cinq ans. En comparaison, 54 % des habitants interrogés se disent intéressés par ce type de service.

Déploiement d'un service de navettes autonomes : consensus et points de discorde

Apports et limites par rapport à un service de transport en commun classique

Les habitants des deux territoires ont tout d'abord été interrogés sur l'apport d'un système de transport en commun classique qu'ils ont ensuite comparé avec un potentiel système de transport basé sur des navettes autonomes.



Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 72 % des habitants interrogés pensent que le déploiement d'un service de transport en commun classique (bus, car) aurait un impact positif sur leur territoire. En comparaison, 60 % des habitants interrogés pensent que le déploiement d'un service de navettes autonomes aurait un impact positif sur leur territoire

Les habitants sont en attente de nouvelles solutions de transport en commun

L'enquête exprime une franche attente de moyens de transport en commun supplémentaires sur leur territoire. En effet, 72 % des habitants interrogés pensent que le déploiement d'un service de transport en commun classique (bus, car) aurait un impact positif sur leur territoire, voire très positif pour 23 % d'entre eux. Cet avis est partagé par 70 % des habitants de l'Indre et 74 % des habitants de la Drôme.

Certains habitants émettent néanmoins quelques réserves sur l'intérêt de déployer ce type de transport. Par exemple, 11 % des habitants interrogés ne savent pas quel impact aurait le renforcement du transport en commun sur leur territoire et 9 % pensent que cela aurait un impact nul. Ces doutes se retrouvent dans les deux territoires :

- 14 % des habitants de l'Indre et 8 % des habitants de la Drôme ne savent pas quel impact aurait le déploiement d'un nouveau service de transport en commun sur leur territoire ;
- 8 % des habitants de l'Indre et 10 % des habitants de la Drôme pensent que renforcer les transports en commun sur le territoire ne servirait à rien.

> ***L'Association des Maires et des Intercommunalités de France suit avec beaucoup d'intérêt les travaux de la Communauté d'intérêt. Les navettes autonomes pourraient venir enrichir l'offre de transport collectif dans les territoires. Des solutions de financement existent, notamment avec les syndicats de types SRU pour mutualiser les financements et favoriser la solidarité entre les territoires peu denses et denses. Pour approfondir ses réflexions, la Communauté pourrait s'appuyer sur un collège des territoires qui regrouperaient l'ensemble des acteurs locaux.***
>
> *Frédéric Cuillerier,*
> *Président de la commission permanente "Transports, mobilité, voirie" de l'Association des Maires de France*
> *CO5, 5 octobre 2022*

La navette autonome est perçue comme une solution de transport en commun

Une large partie des répondants perçoivent la navette autonome comme une solution de transport en commun. En effet, parmi les 72 % des répondants qui déclarent que le renforcement du transport en commun classique serait une bonne chose pour leur territoire, 47 % d'entre eux pensent la même chose pour le déploiement d'un service de navettes autonomes. Au final, 60 % des répondants pensent qu'un service de navettes autonomes aurait un impact positif sur leur territoire. Cet avis est partagé par 68 % des répondants dans l'Indre et 52 % des habitants dans la Drôme.

En revanche, le doute sur l'impact de la mobilité autonome sur le territoire est davantage exprimé que pour le transport en commun dit classique. En effet, 20 % des répondants ne savent pas quel impact aurait un service de navettes autonomes sur leur territoire, 11 % pensent que cet impact serait négatif et 8 % pensent que cet impact serait nul. Ces répondants en proie au doute sont pour la majorité d'entre eux des habitants qui étaient initialement convaincus de l'intérêt d'un service de transport en commun mais qui ont des difficultés à se projeter par rapport à l'impact d'un service de mobilité autonome. Ces doutes se retrouvent également sur les deux territoires :

- 17 % des habitants de l'Indre et 22 % des habitants de la Drôme ne savent pas quel impact aurait le déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire ;
- 7 % des habitants de l'Indre et 10 % des habitants de la Drôme pensent que déployer un service de navettes autonomes sur leur territoire ne servirait à rien.



Quel rôle pour l'Etat dans le déploiement de ces moyens de transport ?

Compte tenu des impacts attendus de ces solutions de transport sur leur territoire, les répondants souhaitent qu'elles soient financées par les pouvoirs publics :

- 79 % des habitants interrogés pensent que le transport en commun classique devrait être financé par les pouvoirs publics et cet avis est partagé par 90 % des habitants qui en attendent un impact positif ;
- 61 % des habitants interrogés pensent que le financement d'un service de navettes autonomes devrait être public et cet avis est partagé par 84 % des répondants qui en attendent un impact positif.

Finalement, 65 % des habitants de l'Indre et 57 % des habitants de la Drôme pensent que le service de navettes autonomes devrait être financé par les pouvoirs publics.

Publics du service de navettes autonomes

Globalement, les habitants interrogés identifient la navette autonome comme une vraie solution de transport pour les habitants du territoire. En effet, 88 % d'entre eux déclarent qu'un service de navettes autonomes près de chez eux pourrait être utile pour les habitants du territoire. Plusieurs publics ressortent :

- 51 % des habitants considèrent que ce service serait utile pour l'ensemble des habitants du territoire ;
- 37 % déclarent que ce service serait plutôt utile pour des publics spécifiques, notamment les personnes à mobilité réduite selon 34 % des habitants. Ce service pourrait aussi bénéficier spécifiquement aux jeunes selon 26 % des habitants.

Ces données coïncident fortement avec les projections faites par l'ensemble des Français. Selon la troisième édition du baromètre Macif et Védécom[7], 61 % des Français pensent qu'un service de navettes autonomes près de chez eux serait utile pour tout le monde, 34 % pensent que ce serait particulièrement utile pour les personnes à mobilité réduite et 8 % pensent que ce ne serait utile pour personne.

[7] Macif, Institut Védécom, 2022, Résultats de la 3ème édition du baromètre d'acceptabilité du véhicule autonome.





Selon vous, ce service de navettes autonomes améliorerait la mobilité :

	Part des répondants
De tout le monde	51 %
De publics spécifiques, tels que :	37 %
Les personnes à mobilité réduite (personnes âgées, handicapées)	34 %
Les jeunes	26 %
Les personnes qui ont un emploi	18 %
Les chômeurs	16 %
Aucune personne sur le territoire ne verrait sa mobilité améliorée grâce à ce service	12 %
Total	**100 %**

Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 51 % des habitants interrogés pensent que ce service de navettes autonomes améliorerait la mobilité de tout le monde sur leur territoire. En comparaison, 37 % des habitants interrogés pensent que ce service de navettes autonomes n'améliorerait la mobilité que de publics spécifiques, par exemple les personnes à mobilité réduite pour 34 % d'entre eux.



Sur les deux territoires, les répondants se projettent sur des publics bénéficiaires différents.

- Les habitants de la Drôme considèrent la mobilité autonome partagée comme une solution de transport qui doit être universelle. Seulement 23 % d'entre eux perçoivent une utilité pour un public spécifique. Par conséquent, la navette autonome doit être utile pour l'ensemble des habitants du territoire, comme le pensent 57 % des habitants, ou bien elle ne le sera pour personne, comme le soulignent 20 % des répondants.
- Les habitants de l'Indre perçoivent davantage la mobilité autonome partagée comme une solution pour les enjeux de mobilité particuliers de publics spécifiques. En effet, 52 % d'entre eux pensent que le service de navettes autonomes ne bénéficierait qu'à des publics particuliers, notamment aux personnes à mobilité réduite. En parallèle de cette projection, 44 % des répondants de l'Indre pensent que ce service de navettes autonomes serait utile pour tout le monde et seulement 4 % pour personne.

En revanche, les habitants ne projettent pas la même utilisation personnelle du service selon le type de public qu'ils associent à ce service.

- Les habitants qui affirment que ce service pourrait bénéficier à tout le monde s'incluent dans cet usage. Sur l'ensemble des habitants qui pensent que le service de navettes autonomes pourrait être un service grand public, 77 % d'entre eux projettent d'utiliser régulièrement ce service durant leurs trajets de un à cinq kilomètres et 82 % projettent de faire de même pour leurs trajets entre cinq et dix kilomètres. Il y a un vrai effet miroir dans ce cas-là.
- En revanche, les répondants qui affirment que la navette autonome serait plutôt utile pour des publics spécifiques se projettent dans une moindre mesure dans l'utilisation de ce service. Parmi eux, seulement 51 % projettent d'utiliser régulièrement la navette autonome pour leurs trajets entre un et cinq kilomètres et 55 % pour leurs trajets entre cinq et dix kilomètres.

Parmi les habitants qui pensent que le service de navettes autonomes serait particulièrement utile pour les personnes à mobilité réduite, les seniors sont ceux qui expriment la plus forte intention d'usage personnelle. En effet, plus de la moitié d'entre eux seraient prêts à utiliser la navette autonome régulièrement.

La navette autonome : solution pour les personnes à mobilité réduite.

Intention d'usage du service de navettes autonomes pour des trajets entre un et cinq kilomètres

	Jamais	Une fois pour tester	Régulièrement	NA	Total
Moins de 60 ans	37 %	17 %	43 %	3 %	100 %
Plus de 60 ans	23 %	14 %	54 %	9 %	100 %

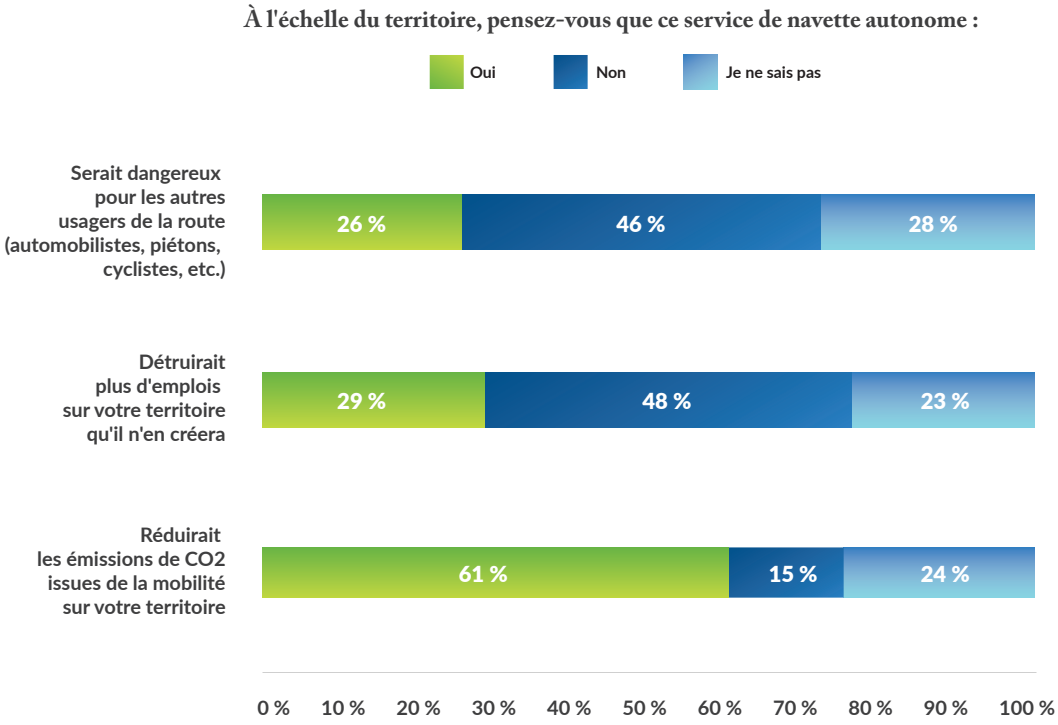
Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 116 habitants interrogés qui considèrent que le service de navettes autonomes pourrait être une solution de mobilité spécifiquement dédiée aux personnes à mobilité réduite.
Lecture : 37 % des habitants interrogés de moins de 60 ans déclarent ne jamais vouloir utiliser le service de navettes autonomes. En comparaison, seulement 23 % des seniors partagent ce point de vue.

Les résultats des différentes enquêtes permettent d'identifier quatre leviers de déploiement de la mobilité autonome : tout d'abord la communication et l'information auprès des Français et des élus locaux. Puis, l'importance de choisir une solution pertinente par rapport aux besoins spécifiques de chaque territoire. Il faut également répondre à la préoccupation des Français concernant l'impact de la mobilité autonome sur l'emploi. Enfin, il conviendrait de travailler sur l'opportunité de développement de services de mobilité autonome pour la livraison de biens et de services.

Isabelle Rio-Lopes, Deputy Head, Market Intelligence & Innovation de Kantar
CO4, 11 janvier 2022



Le service de navettes autonomes aurait un impact sociétal positif

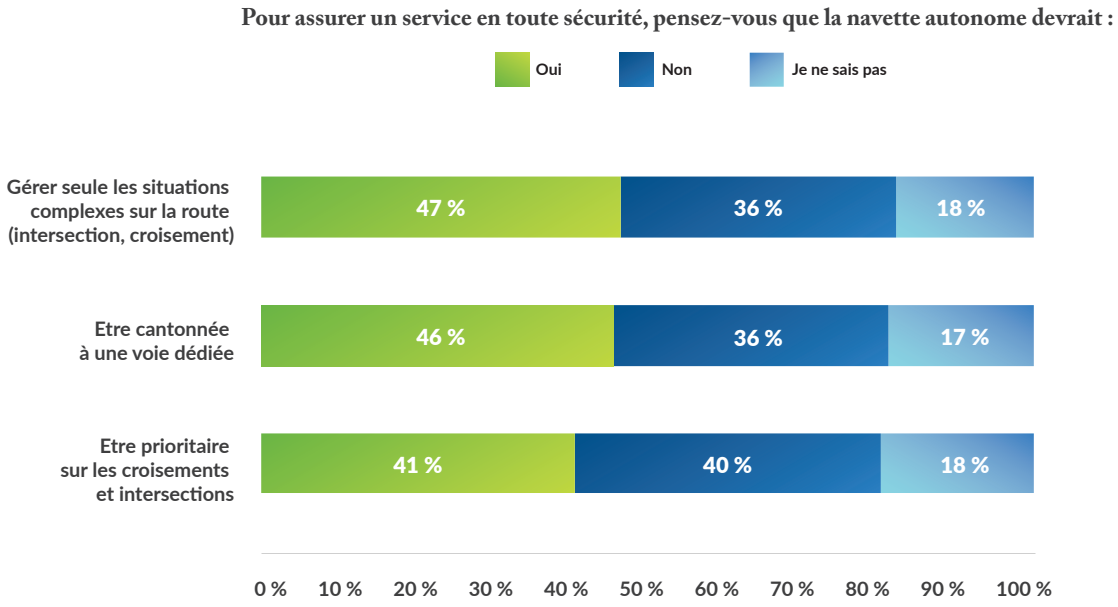


Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 26 % des habitants interrogés pensent que ce service de navettes autonomes serait dangereux pour les autres usagers de la route. En comparaison, 46 % des habitants interrogés pensent le contraire et 28 % sont indécis sur cette question.

Un fort consensus se dégage parmi les habitants interrogés sur l'impact sociétal d'un service de navettes autonomes sur leur territoire. Globalement, 46 % d'entre eux pensent que la navette automne ne serait pas dangereuse pour les autres usagers de la route, 48 % que ça ne détruirait pas plus d'emplois qu'elle n'en créerait et 61 % qu'elle réduirait les émissions de CO2 issues de la mobilité sur le territoire.

Les deux territoires ont la même projection sur l'impact du service en termes de sécurité routière et de réduction de la pollution. Il y a tout de fois une différence dans la projection sur l'emploi local. Dans l'Indre, 57 % des habitants pensent que ce service ne détruirait pas plus d'emplois qu'il n'en créerait. Dans la Drôme, seulement 39 % des habitants partagent cet avis. Les habitants de l'Indre soulignent que la navette autonome ne remplacerait pas un service existant mais créerait un nouveau service. En revanche, dans la Drôme, la navette autonome est davantage perçue comme une solution concurrente aux solutions classiques avec chauffeur.

Conditions de mise en place pour assurer un service en sécurité



Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 47 % des habitants interrogés pensent que la navette autonome serait capable de gérer seule les situations complexes sur la route, telles que les intersections et les croisements. En comparaison, 36 % des habitants interrogés pensent le contraire et 18 % sont indécis sur cette question.

Les habitants se projettent différemment sur les conditions nécessaires pour que ce service de navettes autonomes soit sécurisé. Différents points de vue se confrontent sur trois enjeux :

- **La confiance en l'automatisation de la conduite :** 47 % des habitants pensent que la navette autonome pourrait gérer seule les situations complexes sur la route (intersection, croisement). 36 % pensent le contraire et qu'un opérateur à bord doit être présent. En comparaison, selon la 3ème édition du baromètre Macif et Védécom[8], 49 % des Français déclarent avoir confiance dans la capacité de la navette autonome à gérer des situations complexes de conduite.
- **La circulation sur route ouverte :** 46 % des habitants pensent que la navette devrait circuler sur une voie dédiée et 36 % qu'elle pourrait circuler en route ouverte avec les autres véhicules. En comparaison, selon la 3ème édition du baromètre Macif et Védécom, 57 % des Français pensent que la navette autonome ne devrait pas circuler au milieu du trafic.
- **Le statut prioritaire du véhicule sur la route :** 41 % des habitants pensent que la navette autonome devrait être prioritaire dans les croisements et intersections et 40 % pensent le contraire.

Pour ce qui est de cantonner la navette à une voie dédiée, 47 % des répondants de l'Indre y sont opposés. En comparaison, 52 % des habitants de la Drôme y sont favorables. Cette dissonance s'explique notamment par la différence de densité des deux territoires. Étant essentiellement rurale, l'Indre dispose d'infrastructures qui se prêteraient mal à la construction d'une voie dédiée contrairement aux territoires périurbains qui sont surreprésentés dans la Drôme.

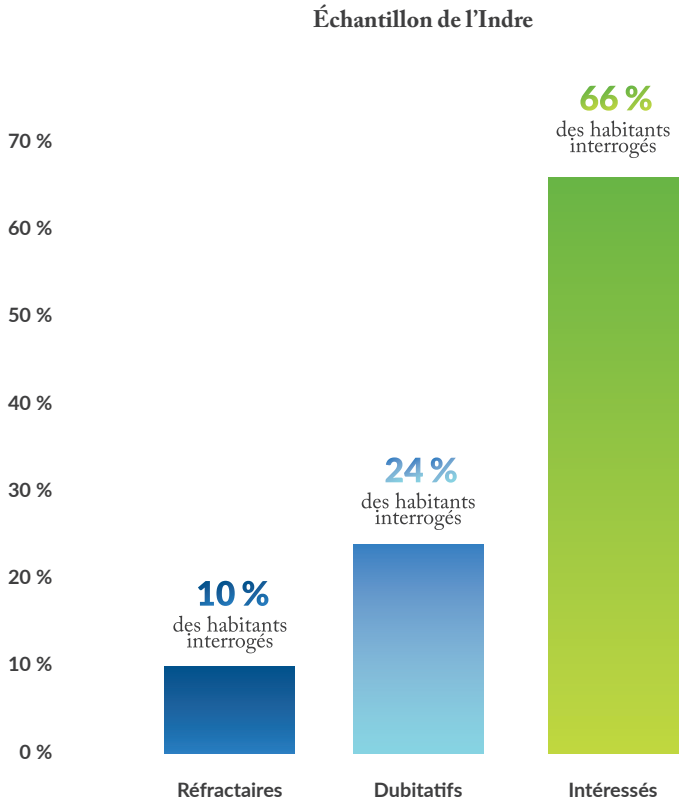
[8] Macif, Institut Védécom, 2022, *Résultats de la 3ème édition du baromètre d'acceptabilité du véhicule autonome.*



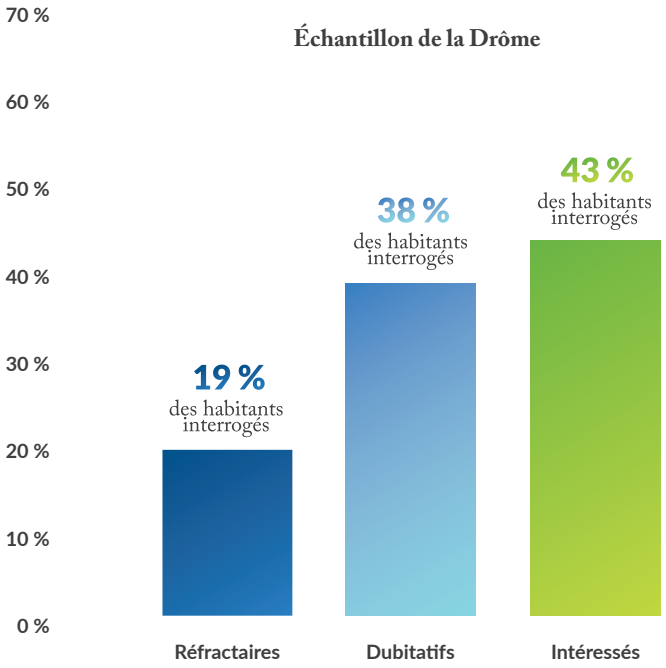
	Points de vue des 346 habitants interrogés
Apports et limites par rapport à un service de transport en commun classique	• Attente de nouvelles solutions de transport en commun. • La navette autonome est perçue comme une solution de transport en commun. • Incertitude sur l'impact qu'un service de navettes autonomes aurait sur le territoire. • Consensus sur la pertinence d'un financement public pour le service de transport en commun, qu'il soit autonome ou non.
Publics du service de navettes autonomes	• Utilité du service perçue pour le grand public qui est associée à une forte intention d'usage personnel déclarée. Cet usage est fortement exprimé dans la Drôme. • Utilité perçue pour des publics spécifiques aux besoins de mobilités particuliers, notamment les PMR et les jeunes.
Impact sociétal positif sur le territoire	• Service jugé non nocif pour l'emploi local et pour la sécurité routière. Les répondants de l'Indre perçoivent cette solution en complément des solutions existantes et non en remplacement. • Solution pour réduire la pollution.
Conditions de mise en place pour assurer un service en sécurité	• Débats sur les conditions de sécurité, notamment sur la confiance à accorder à l'automatisation de la conduite, sur la circulation de la navette sur route ouverte et sur le statut prioritaire du véhicule sur la route. • Les répondants de la Brenne se montrent plus confiants dans la capacité du véhicule à circuler en route ouverte que les répondants de la Drôme.

Trois opinions sur le déploiement d'un service de navettes autonomes à proximité

À l'issue du questionnaire, les habitants ont été invités à donner leur avis sur le déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire.



Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 168 habitants interrogés dans l'Indre
Lecture : 10 % des habitants interrogés se disent réfractaires au déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire d'ici cinq ans. En comparaison, 66 % des habitants interrogés se disent intéressés par ce type de service.



Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 178 habitants interrogés dans l'Indre
Lecture : 19 % des habitants interrogés se disent réfractaires au déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire d'ici cinq ans. En comparaison, 43 % des habitants interrogés se disent intéressés par ce type de service.

Les répondants des deux territoires expriment des opinions différentes à l'égard d'un projet de navette autonome sur leur territoire.

- Les habitants interrogés dans l'Indre se montrent très ouverts au déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire. En effet, seulement 10 % d'entre eux sont réfractaires à ce projet et 24 % se disent dubitatifs. 66 % des habitants de ce département se disent intéressés par ce type de projet.
- Les habitants interrogés dans la Drôme se déclarent un peu plus réservés sur ce type de projet. Seulement 43 % d'entre eux affirment être intéressés. Ces habitants expriment plus de doute et d'incertitude puisque 38 % d'entre eux se disent dubitatifs. Enfin, 19 % se déclarent réfractaires.

Chacun de ces profils sera présenté en trois étapes :



1 L'APPRÉHENSION

de l'intérêt d'un service de navettes autonomes sur le territoire des habitants de chaque profil est décrite. L'objectif est de comprendre dans quelle mesure les habitants perçoivent le service de navettes autonomes comme une solution de mobilité crédible pour leur territoire ou non. Des *verbatims* recueillis durant la passation du questionnaire sont intégrés pour illustrer les différents arguments.



2 UN FOCUS SUR LES QUESTIONNAIRES

de deux habitants les plus caractéristiques de chaque profil[9].

D'une part, il s'agit d'illustrer chaque profil en comparant les réponses concrètes des habitants les plus représentatifs. D'autre part, il s'agit de voir comment l'opinion de ces habitants s'articule avec leurs caractéristiques personnelles, leurs pratiques de mobilité actuelles et leur connaissance de l'expérimentation. Cette échelle inter-individuelle apporte de la matière humaine à la description du profil notamment en prenant en compte la parole des habitants[10].



3 UNE SYNTHÈSE

est faite pour **résumer les principales caractéristiques de chaque profil.**

[9] Les parangons sont les habitants les plus proches du centre de chaque profil

[10] Par souci d'anonymat, les noms ont été changés

DOSSIER

LES PROFILS D'INTENTION DES HABITANTS VIS-À-VIS DE LA NAVETTE AUTONOME

Découvrez dans le détail les trois profils d'habitants que nous avons identifiés.

LES RÉFRACTAIRES

Ce premier profil concerne 14 % des habitants interrogés. Ces répondants s'opposent au déploiement d'un service de navettes autonomes près de chez eux. Parmi eux, 6 % des habitants désapprouvent très fortement ce type de projet.

Ce point de vue s'explique principalement par une crainte des effets négatifs que ce service aurait sur le territoire. En effet, 52 % des habitants réfractaires considèrent qu'un service de navettes autonomes aurait un effet sur leur territoire. Outre cet impact négatif anticipé, d'autres répondants justifient cette opinion par la faible utilité perçue de cette solution de transport : 20 % des répondants pensent que ce service ne servirait à rien et 18 % ne savent pas quel impact il aurait sur le territoire.

LA NAVETTE AUTONOME : N'EST PAS UNE SOLUTION DE MOBILITÉ ATTENDUE

Les habitants de ce profil expriment une attente de nouvelles solutions de transport en commun sur leur territoire. En effet, 66 % d'entre eux pensent que le déploiement d'un service de transport en commun classique (bus, car) serait une bonne chose et 78 % pensent que cela devrait être financé par les pouvoirs publics. En revanche, ils ne considèrent pas la navette autonome comme une solution viable. 80 % d'entre eux refusent que les pouvoirs publics financent un service de navettes autonomes. Ces habitants attendent des pouvoirs publics d'autres moyens de transport, tels que le transport ferroviaire ou les mobilités douces.

« Plutôt que de faire des expérimentations hasardeuses de gadgets, remettez des trains dans le territoire ! Les tracés existent : il suffit de remettre des rails et une signalisation moderne ! »

Habitant de l'Indre

« Développons de vraies pistes cyclables continues, sûres, confortables, accessibles aux enfants non accompagnés et aux personnes âgées. Augmentons l'espace dédié aux déplacements en vélo. Mettons en place un service de transport à la demande pour les personnes à mobilité réduite. La navette autonome ne sera qu'un leurre tant que ces trois premiers points ne seront pas mis en œuvre. »

Habitant de la Drôme

LA NAVETTE AUTONOME : EST DANGEREUSE POUR LE TERRITOIRE

Les habitants réfractaires expriment une forte défiance à l'égard du système de conduite automatisée de la navette. 64 % des habitants réfractaires pensent que la navette ne devrait pas gérer seule des situations complexes telles que le franchissement d'intersection ou de rond-point. Les habitants réfractaires débattent aussi du type de route sur laquelle la navette autonome devrait circuler : 40 % sont en faveur d'une voie dédiée et 36 % d'une route ouverte.

Cette défiance à l'égard de la technologie renforce une crainte pour la sécurité puisque 76 % des réfractaires pensent que ce service de navettes autonomes serait dangereux pour les autres usagers de la route (automobilistes, piétons, cyclistes, etc.).

« La navette ne s'est pas arrêtée au stop. »

Habitant de l'Indre

« C'est une route défoncée, dangereuse pour les vélos. La navette est une solution exclusive. La route devrait être accessible à tous, pas juste à la navette. C'est une solution trop technologique. »

Habitant de la Drôme



LA NAVETTE AUTONOME : A UN MAUVAIS IMPACT SOCIÉTAL

Les réfractaires déplorent aussi l'impact sociétal qu'aurait ce service sur leur territoire. Cette crainte se manifeste sous deux aspects.

D'une part, les réfractaires perçoivent le déploiement de la mobilité autonome comme une menace pour l'emploi local. En effet, 68 % des habitants réfractaires pensent qu'un service de navettes autonomes détruirait plus d'emplois qu'il n'en créerait. Ce point de vue fait consensus puisque seulement 12 % des réfractaires pensent le contraire et 10 % sont indécis sur le sujet.

« Que vont devenir les sociétés de transport de public ? »

Habitant de la Drôme



D'autre part, les réfractaires doutent de l'apport d'un tel service pour réduire la pollution. Seulement 24 % des réfractaires pensent que ce service réduirait les émissions de CO2. 42 % désapprouvent ce point de vue et 34 % sont indécis.

« Nous entrons dans une période de sobriété, les véhicules autonomes utilisent une grande quantité d'informations qui consomment énormément d'énergie. De plus, ce mode de transport supprime toute présence humaine amplifiant ainsi le sentiment de solitude et l'individualisme ambiant. »

Habitant de la Drôme

« Le développement de ce type de transport fera entrer dans une époque d'atteinte encore plus forte à la liberté individuelle. »

Habitant de l'Indre

« Ce serait bien qu'il y ait un chauffeur pour le rapport humain, important pour les personnes âgées et les handicapés. »

Habitant de la Drôme

« Le véhicule autonome va remettre en cause mon autonomie et ma liberté de circuler (horaires, destinations etc.). C'est un projet imaginé pour les ruraux mais sur un modèle urbain. Les réalités financières vont au final réduire la mobilité des populations rurales. »

Habitant de la Drôme

LA NAVETTE AUTONOME : PERÇUE COMME INUTILE

Finalement, les habitants réfractaires s'accordent pour dire que ce service n'aurait pas une grande utilité, car il ne répond pas aux besoins des habitants. 52 % d'entre eux pensent que ce service n'améliorera la mobilité de personne sur le territoire. Ce rejet du service se fait également à l'échelle individuelle puisque près de 70 % des réfractaires s'accordent pour ne jamais vouloir l'utiliser, que ce soit de manière régulière ou juste pour le tester, quel que soit le trajet. Plusieurs arguments sont cités pour exprimer leur rejet : la perte de liberté individuelle ; la perte de lien social, jugé important pour le transport des personnes à mobilité réduite ; ou encore l'inéquation entre ce type de service et le monde rural.

POINTS DE VUE DE DEUX HABITANTS RÉFRACTAIRES

Léa et Didier sont deux habitants opposés au déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire.





Léa est une femme âgée entre 20 et 29 ans. Elle est étudiante.

Elle vit dans la Drôme, à moins de 10 kilomètres du lieu de l'expérimentation Val de Drôme dans un territoire périurbain.

Elle a le permis de conduire et utilise sa voiture pour des trajets qui font plus de cinq kilomètres. Toutefois, elle considère qu'elle a accès à des alternatives à la voiture satisfaisantes pour ses principaux déplacements. Elle pratique notamment la marche et le vélo pour ses déplacements de proximité.

Elle sait ce qu'est un véhicule autonome mais n'a jamais vu de navette autonome. Elle a entendu parler du projet d'expérimentation. Elle ne sait pas si la navette est gratuite. Elle connait le trajet mais déclare ne jamais l'emprunter.

Léa se dit prête à changer sa manière de se déplacer, notamment pour des raisons économiques (face à une hausse du prix de l'essence ou une baisse de ses revenus), pour ne plus avoir à conduire, pour adopter un moyen de transport plus écologique ou pour alterner plus facilement différents modes de transport.

Didier est un homme âgé entre 50 et 59 ans. Il est en emploi.

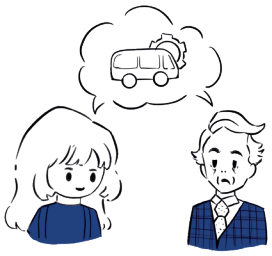
Il vit dans l'Indre, entre 20 et 30 kilomètres du lieu de l'expérimentation dans un territoire très rural.

Il a le permis de conduire et a trois voitures. Il n'utilise que sa voiture pour se déplacer au quotidien. Il considère qu'il n'a pas d'alternatives satisfaisantes à la voiture.

Il sait ce qu'est un véhicule autonome. Il a déjà vu une navette autonome dans les médias. Il a entendu parler du projet d'expérimentation. Il ne sait pas si la navette est gratuite. Il ne connait pas le trajet de l'expérimentation mais déclare l'emprunter parfois.

Didier ne souhaite pas changer sa manière de se déplacer.

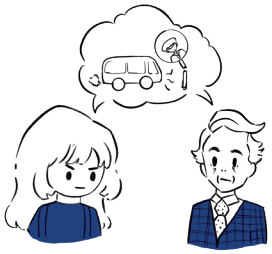
Léa et Didier partagent plusieurs avis communs sur ce projet de service de navettes autonomes sur leur territoire :



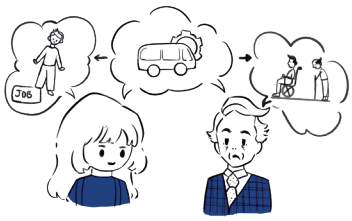
> **Ce service ne devrait pas être financé par les pouvoirs publics**. Bien qu'ils pensent tous les deux que le renforcement du service public de transport en commun serait positif pour leur territoire, Léa et Didier débattent sur l'utilité d'un service de navettes autonomes. Léa pense que ce service de mobilité autonome pourrait être une bonne chose pour son territoire et Didier considère que cela n'aurait aucun impact. En revanche, ces deux habitants s'accordent sur le fait que le service de navettes autonomes ne devrait pas être financé par les pouvoirs publics.



> **Méfiance dans la technologie.** Léa et Didier expriment une forte méfiance concernant le système de conduite automatisée. Ils pensent tous les deux que ce véhicule serait dangereux pour les autres usagers de la route (automobilistes, piétons, cyclistes, etc.). Selon eux, la navette ne devrait pas gérer seule des situations complexes telles que les intersections et les croisements. En revanche, ils ont des avis différents sur la manière dont la navette devrait cohabiter avec les autres usagers de la route. Léa pense que la navette devrait circuler sur une voie dédiée, mais ne sait pas si elle devrait être prioritaire ou pas dans les croisements et intersections. De son côté, Didier pense que ce service ne devrait pas impliquer la construction d'une voie dédiée et que la navette ne devrait pas être prioritaire par rapport aux autres usagers de la route.



> **La navette autonome aurait un impact sociétal négatif.** Léa et Didier partagent une crainte vis-à-vis de l'impact que pourrait avoir un service de navettes autonomes sur leur territoire. Tous les deux craignent que ce service détruise plus d'emplois qu'il n'en créerait. En revanche, ces deux habitants débattent sur l'impact écologique de ce service. Léa pense qu'un service de navettes autonomes réduirait les émissions de CO_2 issues de la mobilité sur son territoire, Didier est indécis sur cette question.



> **Un service utile pour des publics spécifiques mais pas pour eux.** Léa et Didier pensent tous les deux que ce service ne serait pas utile pour le grand public, mais plutôt pour des publics spécifiques. Selon Léa, ce service serait utile pour accéder à l'emploi et pour les jeunes. De son côté, Didier pense que ce service ne serait utile que pour les personnes à mobilité réduite (personnes âgées et handicapées). Dans tous les cas, Léa et Didier ne prévoient pas de l'utiliser.

QUE PENSE L'HABITANT RÉFRACTAIRE DE LA NAVETTE AUTONOME ?

LA SYNTHÈSE :

Le désintérêt des habitants réfractaires à l'égard d'un service de navettes autonomes sur leur territoire se traduit par :

- Une faible utilité perçue de la navette autonome et l'anticipation d'un impact sociétal négatif sur le territoire. Les habitants réfractaires sont opposés à ce que le service soit financé par les pouvoirs publics, ils craignent qu'il ne détériore l'emploi local et ils pensent que cette solution ne réduirait pas la pollution.
- Une méfiance à l'égard de la technologie. Les habitants réfractaires pensent que ce service serait dangereux pour les autres usagers de la route et que la navette autonome n'est pas en mesure de gérer des situations complexes sans intervention humaine. Ils doutent également de sa capacité à s'insérer dans le trafic.
- Une faible intention d'usage. Les habitants réfractaires considèrent que personne sur le territoire ne verra sa mobilité améliorée et ils n'ont pas l'intention d'utiliser ce service.



LES DUBITATIFS

Ce second profil concerne 32 % des habitants interrogés. Ces répondants ne savent pas comment se positionner par rapport à un éventuel service de navettes autonomes près de chez eux : 17 % d'entre eux se disent indécis et 15 % disent ne pas être suffisamment informés pour avoir un avis.

Ces derniers ont besoin de plus d'information pour se projeter. 45 % d'entre eux ne savent pas quel impact aurait un service de navettes autonomes sur leur territoire. Cette méconnaissance se traduit néanmoins par une certaine ouverture pour ce type de service puisque 32 % des dubitatifs pensent que cela serait une bonne chose pour le territoire et seulement 12 % pensent que cela ne servirait à rien.

INCERTITUDES POUR CONSIDÉRER LA NAVETTE AUTONOME COMME UN SERVICE PUBLIC

Tout comme les habitants réfractaires, les dubitatifs sont en attente de solutions de transport en commun sur leur territoire. 62 % d'entre eux pensent que le déploiement d'un service de transport en commun classique (bus, car) serait une bonne chose et 78 % pensent que cela devrait être financé par les pouvoirs publics.



> « J'ai l'impression d'être dans un désert total. »
>
> Habitant de l'Indre

> « Avant de mettre des navettes autonomes qui ne concernent qu'une infime partie de la population du territoire, on devrait s'interroger sur comment faciliter le transport de tous. »
>
> Habitant de la Drôme



À cause de leur méconnaissance de l'impact réel que pourrait avoir un service de navettes autonomes sur leur territoire, les habitants dubitatifs débattent sur l'intérêt d'en faire un service public. En effet, 42 % des habitants dubitatifs souhaiteraient que les pouvoirs publics financent ce service, 34 % sont indécis et 20 % sont contre.

> *« Qu'est-ce que ça apporte vraiment, en termes de service, par rapport à un bus classique ? Écologie, budget, etc. »*
>
> Habitant de l'Indre

MÉFIANCE VIS-À-VIS DU SYSTÈME DE CONDUITE AUTOMATISÉE

Les habitants dubitatifs expriment une certaine appréhension à l'égard du système de conduite automatisée. Concrètement, 45 % des habitants dubitatifs ne savent pas si ce type de service serait dangereux pour les autres usagers de la route (automobilistes, piétons, cyclistes, etc.). 30 % pensent que ce service serait dangereux et 25 % ne le pensent pas.

> *« Et la sécurité des passagers ? Agressions ! »*
>
> Habitant de la Drôme

Ces réflexions s'articulent autour de deux aspects. Tout d'abord, les habitants dubitatifs débattent sur la confiance qu'ils peuvent avoir dans le système de conduite automatisée. 39 % d'entre eux ne pensent pas que le véhicule soit capable de gérer seul des situations complexes et ils soulèvent la nécessité d'avoir un opérateur à bord. 33 % font confiance à la technologie et 28 % sont indécis. Aussi, les habitants dubitatifs s'interrogent sur comment la navette autonome pourrait s'insérer dans le trafic. 48 % des habitants dubitatifs pensent que la navette devrait être cantonnée dans une voie dédiée. Ces habitants débattent aussi sur la nécessité de rendre la navette autonome prioritaire sur la route aux intersections et croisements : 43 % sont contre et 32 % sont en faveur de ce type de précaution.

> *« L'assistance d'un pilote contrôleur humain est indispensable. »*
>
> Habitant de la Drôme

> *« Pour la sécurité, le système actuel est trop "hésitant" et trop lent (par rapport aux autres usagers). »*
>
> Habitant de l'Indre

RÉFLEXIONS SUR L'IMPACT SOCIÉTAL DE LA NAVETTE AUTONOME

Les habitants dubitatifs expriment une certaine incertitude à l'égard de l'impact sociétal qu'aurait un service de navettes autonome sur leur territoire. Ils débattent sur la question de l'emploi : 39 % des habitants dubitatifs pensent que ce service détruirait plus d'emplois qu'il n'en créerait, 34 % se disent indécis sur ce sujet et 27 % ne partagent pas cet avis. Concernant l'impact écologique, la projection est relativement consensuelle. En effet, 45 % des habitants dubitatifs pensent que ce service permettrait de réduire les émissions de CO_2 issues de la mobilité sur le territoire. En revanche, 38 % des habitants dubitatifs se disent indécis. L'impact écologique du service de navettes autonomes est questionné avec notamment des doutes sur l'impact du système d'alimentation électrique et sur la consommation d'énergie associée.

« Un véhicule autonome pour moi c'est un véhicule qui ne consomme ni eau, ni air, ni pétrole, ni bois. Autrement dit, toute personne se déplace à pied est un véhicule autonome. »

Habitant de l'Indre

« Avec quelle énergie roulera-t-il ? L'électrique n'est pas mieux que le reste avec les batteries et la production d'électricité par des énergies non renouvelables. Alors, oui pour des transports en commun mais pas forcément ceux-là. »

Habitant de la Drôme

« La partie terminale du trajet nécessite souvent un moyen individualisé : si je vais au Blanc et qu'on me dépose à la Mairie, je ne peux pas faire à pied le marché, le supermarché et la maison médicale (je suis trop âgé pour trainer mes courses sur tout cet itinéraire). Prévoir en complément un Vélib' ou Autolib' (avec un "cube" Citroën, par exemple). »

Habitant de l'Indre

« Je prends ma voiture pour des problèmes de dos, sinon je me déplacerais à pied ou en vélo. S'il y a une navette proche de chez moi, avec des parcours bien expliqués, des horaires adaptés, je la prendrais. »

Habitant de la Drôme

LA NAVETTE AUTONOME SERA UTILISÉE COMME MOYEN DE TRANSPORT

Les habitants dubitatifs pensent qu'un service de navettes autonomes répondrait aux besoins de mobilité des habitants du territoire. En effet, 49 % d'entre eux pensent que ce service améliorerait la mobilité de tous les habitants. 38 % des habitants dubitatifs pensent que ce service serait plutôt une solution pour répondre aux besoins particuliers de publics spécifiques.

Les habitants dubitatifs se projettent également vers un usage régulier de ce service. Pour des trajets supérieurs à un kilomètre, plus de 50 % d'entre eux se disent prêt à l'utiliser régulièrement, 35 % « parfois » seulement.



POINTS DE VUE DE DEUX HABITANTS DUBITATIFS

Sandrine et Thérèse sont deux habitantes qui sont indécises à l'égard d'un déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire.





Sandrine est une femme âgée entre 40 et 49 ans. Elle est en emploi.

Elle vit dans la Drôme, à moins de 10 kilomètres du lieu de l'expérimentation dans un territoire périurbain.

Elle a le permis de conduire et a deux voitures dans son ménage. Elle ne se déplace qu'en voiture pour les trajets de plus d'un kilomètre. Elle considère qu'elle n'a pas accès à des alternatives satisfaisantes pour ses principaux déplacements.

Elle sait ce qu'est un véhicule autonome. Grâce à la l'expérimentation Val de Drôme, elle a vu une navette autonome pour la première fois. Elle connait le trajet de la navette mais ne l'emprunte jamais. Elle sait que la navette autonome est gratuite mais n'a pas eu facilement accès aux horaires. Elle n'a pas partagé la route avec la navette autonome.

Sandrine se dit prête à changer sa manière de se déplacer pour adopter un moyen de transport plus écologique.

Thérèse est une femme âgée entre 60 et 69 ans. Elle est retraitée.

Elle vit dans la Drôme, entre 11 et 20 kilomètres du lieu de l'expérimentation Val de Drôme dans un territoire périurbain.

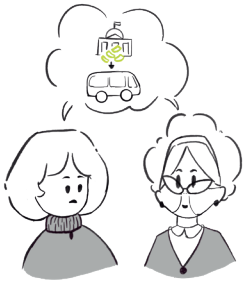
Elle a le permis de conduire. Elle ne se déplace qu'en voiture pour faire ses trajets au-delà d'un kilomètre, notamment en tant que passager. Elle considère qu'elle n'a pas accès à des alternatives à la voiture satisfaisantes pour ses principaux déplacements.

Elle sait ce qu'est un véhicule autonome mais n'a jamais vu de navette autonome. Elle a entendu parler du projet d'expérimentation mais ne connaît pas le trajet et ne sait pas qu'elle est gratuite.

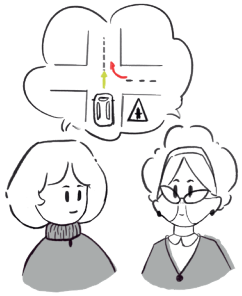
Thérèse ne souhaite pas changer sa manière de se déplacer d'ici un an.

Sandrine et Thérèse partagent plusieurs avis sur ce projet de service de navettes autonomes sur leur territoire :

- **Attente de transport en commun public.** Sandrine et Thérèse pensent toutes les deux que le développement de transport en commun classique (bus, car) serait une bonne chose pour leur territoire et devrait être financé par les pouvoirs publics. D'ailleurs, Thérèse pense qu'un service de navettes autonomes serait une bonne chose et attend des pouvoirs publics qu'ils financent ce type d'initiative. Sandrine, de son côté, est plus réservée et ne sait pas quel impact aurait un service de navettes autonomes sur son territoire. Elle ne pense pas que ce soit le rôle des pouvoirs publics de financer ce type d'initiative.



- **Méfiance envers la technologie.** Sandrine et Thérèse s'interrogent sur le système de conduite automatisée. Elles ne savent pas si un service de navettes autonomes serait dangereux pour les autres usagers de la route (automobilistes, piétons, cyclistes, etc.). Elles ne pensent pas que la navette autonome devrait gérer seule des situations complexes telles que les intersections et les croisements. Aussi, elles pensent que la navette autonome devrait être cantonnée à une voie dédiée. Les deux habitantes débattent sur la nécessité de rendre la navette autonome prioritaire dans les croisements et intersections. Sandrine pense que cette condition est nécessaire pour assurer un service en toute sécurité et Thérèse ne partage pas cet avis.



- **Une solution pour réduire la pollution liée à la mobilité.** Sandrine et Thérèse pensent toutes les deux que le service de navettes autonomes réduirait les émissions de CO2 sur leur territoire. En revanche, les deux habitantes se questionnent au sujet de l'impact sur l'emploi. Sandrine pense qu'un service de navettes autonomes détruirait plus d'emplois qu'elle n'en créerait. Thérèse ne pense pas que ce soit le cas.



- **Un service utile pour tout le monde.** Sandrine et Thérèse pensent toutes les deux que ce service de navettes autonomes serait utile pour tous les habitants du territoire. D'ailleurs, elles projettent de l'utiliser parfois elles-mêmes pour des trajets supérieurs à un kilomètre.



QUE PENSE L'HABITANT DUBITATIF DE LA NAVETTE AUTONOME ?

LA SYNTHÈSE :

Les habitants dubitatifs expriment leurs doutes à l'égard d'un service de navettes autonomes sur leur territoire sous différents aspects :

- **Une utilité perçue et un impact sociétal inconnus.** Les habitants dubitatifs s'interrogent sur l'intérêt que les pouvoirs publics financent ce projet et sur l'impact qu'il aura sur l'emploi local. Ils s'accordent sur le fait qu'il permettrait de réduire la pollution issue de la mobilité.
- **Incertitude sur les capacités technologiques du véhicule.** Les habitants dubitatifs ne savent pas si ce service serait dangereux pour les autres usagers de la route. Ils débattent sur les capacités technologiques de la navette autonome pour assurer un service en sécurité face aux situations complexes de la route sans intervention humaine. Ils pensent qu'elle devrait être cantonnée dans une voie dédiée et s'interrogent sur l'intérêt qu'elle soit prioritaire ou non sur la route.
- **La navette autonome sera utilisée comme moyen de transport.** Les habitants dubitatifs considèrent que le service servirait aussi bien le grand public que des publics spécifiques aux besoins de mobilité particuliers. Ils ont l'intention d'utiliser ponctuellement ce service.



LES INTÉRESSÉS

54 % des habitants interrogés entrent dans ce troisième profil. Les habitants intéressés sont en faveur d'un service de navettes autonomes sur leur territoire, 17 % d'entre eux y sont même très favorables. Les habitants intéressés s'accordent sur le fait que ce service serait bénéfique puisque 89 % d'entre eux pensent que ce serait une bonne chose pour leur territoire.

LA NAVETTE AUTONOME : UNE NOUVELLE SOLUTION DE TRANSPORT EN COMMUN

Les habitants intéressés sont convaincus des bienfaits du transport en commun puisque 80 % d'entre eux pensent que le déploiement d'un service de transport en commun classique (bus, car) serait une bonne chose pour leur territoire et 86 % souhaitent qu'il soit financé par les pouvoirs publics. Ces habitants perçoivent la navette autonome comme une solution de transport public : 86 % des habitants intéressés souhaitent que les pouvoirs publics financent ce type de service.

> *« Indifférente entre le véhicule autonome et le véhicule classique : le plus important est qu'il y ait des moyens de transport. »*
>
> *Habitant de la Drôme*





CONFIANCE DANS LE SYSTÈME DE CONDUITE AUTOMATISÉ

Les habitants intéressés sont confiants dans les capacités technologiques du véhicule. Parmi eux, 69 % réfutent l'idée que ce service serait dangereux pour les autres usagers de la route (automobilistes, piétons, cyclistes, etc.). Ce niveau de confiance se retrouve sur différents aspects. 60 % des habitants intéressés considèrent que la navette autonome serait capable de gérer seule les situations complexes, notamment les intersections et croisements. Les habitants intéressés soulignent néanmoins une certaine appréhension quant à la cohabitation avec les autres usagers de la route. 52 % d'entre eux pensent que le véhicule devrait être prioritaire sur la route. Les conditions de circulation des navettes font également débat. 47 % pensent que la navette devrait rouler sur une voie dédiée et 40 % pensent qu'elle peut rouler sur route ouverte pour assurer un service en toute sécurité.

« La conduite autonome est le futur de la mobilité. »

Habitant de la Drôme

LA NAVETTE AURAIT UN IMPACT SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL POSITIF

Les habitants intéressés sont également confiants sur l'impact qu'aurait ce service de navettes autonomes sur leur territoire. 81 % d'entre eux pensent qu'il réduirait les émissions de CO2 et 70 % d'entre eux rejettent l'idée que ce service détruirait plus d'emplois qu'il n'en créerait.

« Perception positive, futuriste. »

Habitant de l'Indre



UNE SOLUTION DE TRANSPORT UTILE

Tous les habitants intéressés sont convaincus qu'un service de navettes autonomes pourrait répondre aux besoins de mobilité des habitants du territoire : 63 % considèrent que ce service pourrait être utile pour le grand public et 36 % uniquement pour des publics spécifiques. Cet intérêt est aussi partagé individuellement puisque 80 % des habitants intéressés se disent prêts à utiliser régulièrement cette nouvelle solution de transport. Ces habitants ont notamment exprimé quelques recommandations pour affiner la conception de ce service de transport en commun autonome en matière de définition et de communication des horaires, du trajet de la navette et sur le modèle économique du service.

« Le succès dépendra surtout de la rotation de ces véhicules autonomes. La grille horaire des liaisons doit être adaptée aux futurs utilisateurs. Par exemple, les bus gratuits de Châteauroux n'ont pas toujours des horaires de passage adaptés à tous. »

Habitant de l'Indre

« Un déplacement régulier sur l'ensemble du village et pas seulement le cœur de ville pour la vie quotidienne me semble approprié. Pour le travail, il y a trop de différences de statut, d'horaires différents et des enjeux d'éloignement. »

Habitant de la Drôme

« Une carte payable au mois rechargeable pourrait être envisagée, prix selon les revenus. »

Habitant de la Drôme

POINTS DE VUE DE DEUX HABITANTS INTÉRESSÉS

Justine et Hadrien sont deux habitants en faveur du déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire.





Justine est une femme âgée entre 30 et 39 ans. Elle est inactive.

Elle vit dans l'Indre, entre 21 et 30 kilomètres du lieu de l'expérimentation dans un territoire périurbain.

Elle a le permis de conduire et a plus de trois voitures dans son ménage. Elle ne se déplace qu'en voiture pour des trajets de plus d'un kilomètre. Elle utilise également le vélo sur des petits trajets inférieurs à cinq kilomètres. Elle considère qu'elle n'a pas accès à des alternatives à la voiture satisfaisantes.

Elle sait ce qu'est un véhicule autonome. Grâce à l'expérimentation Cœur de Brenne, elle a vu une navette autonome pour la première fois. Elle a d'ailleurs partagé la route avec elle et a précisé avoir vécu une bonne expérience. Elle sait que la navette autonome est gratuite, connaît le trajet et déclare l'emprunter parfois. Elle a eu facilement accès aux horaires de circulation.

Justine se dit prête à changer sa manière de se déplacer pour adopter un moyen de transport plus rapide, accessible et confortable.

Hadrien est un homme âgé entre 40 et 49 ans. Il est en emploi.

Il vit dans la Drôme, entre 11 et 20 kilomètres du lieu de l'expérimentation dans un territoire très rural.

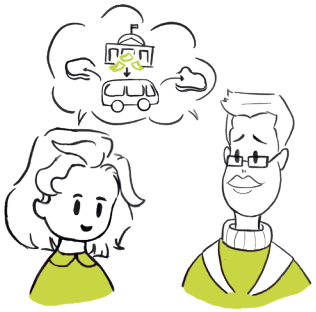
Il a le permis de conduire et a deux voitures dans son ménage. Il ne se déplace qu'en voiture pour faire ses trajets au-delà d'un kilomètre, notamment en tant que passager. Il considère qu'il n'a pas accès à des alternatives à la voiture satisfaisantes.

Il sait ce qu'est un véhicule autonome. Il n'a jamais entendu parlé du projet d'expérimentation Val de Drôme. Il ne fréquente jamais le trajet de la navette autonome. Il a déjà vu une navette autonome dans une fiction (film, série).

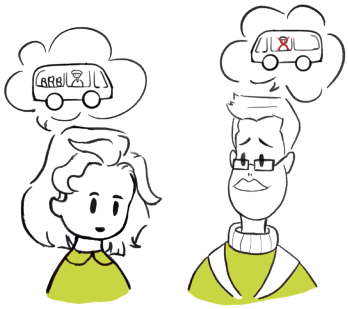
Hadrien se dit prêt à changer sa manière de se déplacer pour adopter un moyen plus écologique ou pour des raisons économiques (face à une hausse du prix de l'essence ou à la suite d'une baisse de ses revenus).

Justine et Hadrien partagent plusieurs avis communs sur ce projet de service de navettes autonomes sur leur territoire :

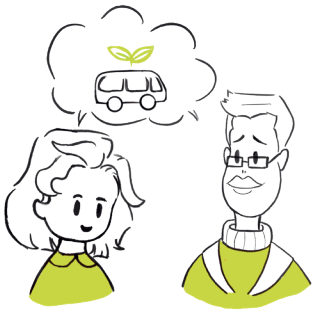
- **La navette autonome devrait être un service public.** Justine et Hadrien sont convaincus de l'intérêt de déployer plus de transport en commun sur leur territoire. Ils considèrent tous les deux que le développement d'un nouveau service de transport en commun classique (bus, car) aurait un impact positif sur leur territoire et devrait être financé par les pouvoirs publics. Ces deux habitants considèrent que la navette autonome pourrait être une solution de transport en commun. Ils pensent tous les deux que le déploiement d'un service de navettes autonomes serait une bonne chose pour leur territoire et devrait être financé par les pouvoirs publics.



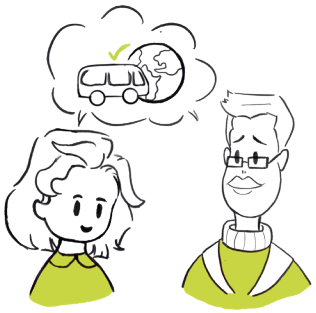
- **La navette autonome ne serait pas dangereuse.** Justine et Hadrien ont confiance dans la capacité de la navette autonome à assurer un service en toute sécurité. Ils ne pensent pas qu'elle serait dangereuse pour les autres usagers de la route (automobilistes, piétons, cyclistes, etc.). Toutefois, Justine exprime une inquiétude sur la capacité du véhicule à cohabiter avec les autres usagers de la route. Elle ne pense pas que la navette autonome serait en capacité de gérer seule les situations complexes alors que Hadrien pense le contraire. Ainsi, Justine pense que la navette autonome devrait être cantonnée dans une voie dédiée alors qu'Hadrien pense qu'elle pourrait circuler sur route ouverte.



- **Un impact social et environnemental positif.** Justine et Hadrien pensent que le service de navettes autonomes aurait un très bon impact social et environnemental. En effet, ils pensent que ce service réduirait les émissions de CO2 et qu'il ne détruirait pas plus d'emplois qu'il n'en créerait.



- **Un service utile pour tout le monde.** Justine et Hadrien pensent tous les deux que ce service de navettes autonomes serait utile pour tous les habitants du territoire. D'ailleurs, ils projettent de l'utiliser pour des trajets supérieurs à un kilomètre. Justine déclare être prête à utiliser ponctuellement ce service et Hadrien est prêt à l'utiliser fréquemment.



QUE PENSE L'HABITANT INTÉRESSÉ DE LA NAVETTE AUTONOME ?

LA SYNTHÈSE :

Les habitants intéressés sont en faveur du déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire. Cet engouement se traduit sous différents aspects :

- **Une utilité perçue et un impact social et environnemental positif.** Les habitants intéressés sont convaincus de l'intérêt que les pouvoirs publics financent ce projet. Ils pensent qu'il réduira la pollution et qu'il ne sera pas nocif pour l'emploi local.
- **Confiance dans les capacités technologiques du véhicule.** Les habitants intéressés ne pensent pas que ce service serait dangereux pour les autres usagers de la route. Ils ont confiance dans les capacités technologiques de la navette autonome. Ils pensent que la navette autonome devrait être prioritaire sur la route et débattent sur le type de voie sur laquelle elle devrait circuler (ouverte ou dédiée).
- **La navette autonome sera utilisée comme moyen de transport.** Les habitants intéressés considèrent que le service serait utile pour tout le monde et pour des publics spécifiques. Ils ont l'intention d'utiliser ce service très régulièrement.

Comparaison entre les trois profils et de leur perception de la mobilité autonome







	Les réfractaires (14 %)	Les dubitatifs (32 %)	Les intéressés (54 %)
Intérêt du transport en commun classique	Forte attente de financement de transport en commun par les pouvoirs publics.	Forte attente de financement de transport en commun par les pouvoirs publics.	Forte attente de financement de transport en commun par les pouvoirs publics.
Financement du service par les pouvoirs publics	L'État ne devrait pas financer le service de navettes autonome car ce n'est pas une solution de transport attendue.	Questionnement sur la pertinence d'un service public de navettes autonomes.	Le service de navettes autonomes devrait être un service public.
Confiance dans la sécurité du service	Service dangereux pour les autres usagers de la route. Méfiance dans les capacités technologiques.	Incertitude sur le niveau de dangerosité du service. Débats sur la confiance à accorder aux capacités technologiques du véhicule.	Service jugé sans danger pour les autres usagers de la route. Débats sur la confiance à accorder aux capacités technologiques du véhicule.
Impact sociétal sur le territoire	Impact perçu négatif.	Indécision.	Impact perçu positif.
Utilité en tant que service de transport	Aucune personne ne pourra en bénéficier et aucune intention d'usage personnel.	Utilité pour le grand public et des publics spécifiques. Intention d'usage personnel ponctuelle.	Utilité pour le grand public. Intention d'usage personnelle régulière.

FACTEURS D'ACCEPTABILITÉ D'UN SERVICE DE NAVETTES AUTONOMES SUR SON TERRITOIRE

Après avoir décrit les trois profils d'opinion concernant le déploiement d'un service de navettes autonomes, cette troisième partie de l'enquête évalue dans quelle mesure l'expérimentation de navettes autonomes sur un territoire favorise l'acceptabilité des habitants. Selon les différents baromètres réalisés par la Macif et Védécom, le fait de voir ou de tester un véhicule autonome conduit à une amélioration de l'acceptabilité et de l'acceptation de cette solution de mobilité. Par exemple, dans la troisième édition du baromètre, la part des Français qui souhaite utiliser régulièrement un ou plusieurs véhicules autonomes passe de 32 % à 42 % chez les Français qui en ont déjà vu un.

Les résultats de l'enquête conduite par la Communauté d'Intérêt montrent que l'expérimentation de navettes autonomes favorise l'acceptabilité des habitants. Cependant, cet impact est limité aux seuls habitants qui ont vu la navette. Aussi, il n'affecte que l'appréhension des habitants à l'égard des conditions de sécurité du service et de son impact social et environnemental. En effet, l'expérimentation ne favorise pas l'intention d'usage personnel. L'ouverture des habitants au changement de leurs pratiques de mobilité est un facteur très important qui doit être pris en compte durant l'expérimentation. C'est le premier levier qui assure une intention d'usage personnel d'un service de navettes autonomes.

Impact de l'expérimentation

L'objectif de cette sous-partie est d'évaluer comment l'expérimentation de navettes autonomes favorise l'acceptabilité des habitants à l'égard de la mobilité autonome. Après avoir décrit dans quelle mesure les habitants sont familiarisés ou pas avec l'expérimentation sur leur territoire, il conviendra d'identifier à partir de quel moment l'expérimentation a un effet sur l'acceptabilité des habitants et comment cet effet se manifeste.

Des niveaux de connaissance de l'expérimentation différenciés

Trois niveaux de connaissance de l'expérimentation

Le niveau de connaissance de l'expérimentation est défini par l'expérience que l'habitant interrogé a entretenue avec l'expérimentation avant de répondre au questionnaire. Trois cas ont été retenus.



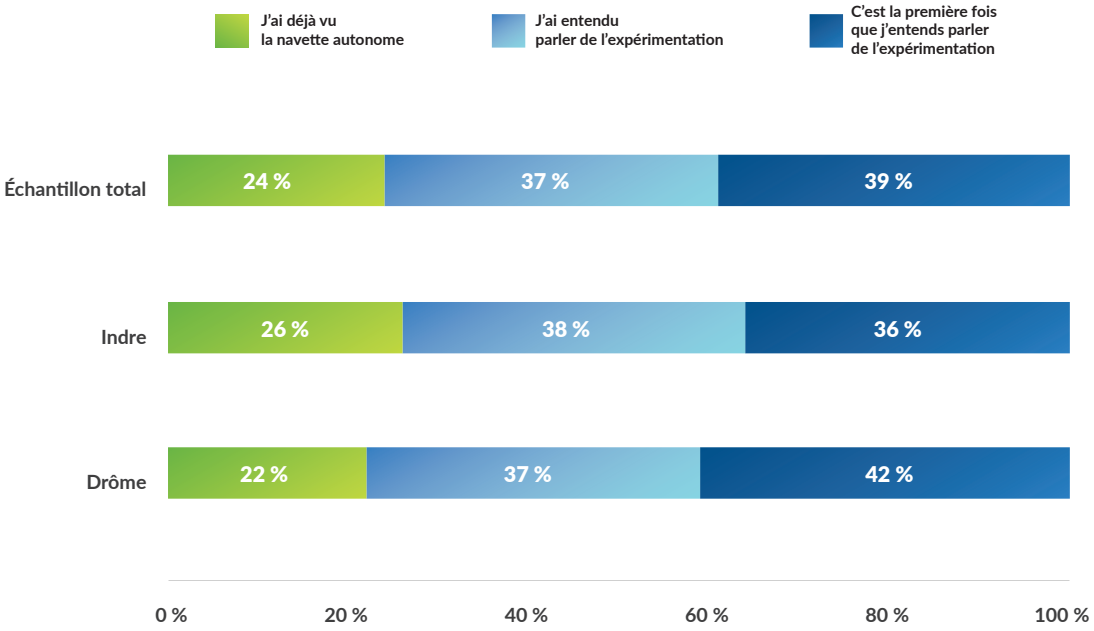
1 « *C'est la première fois que j'entends parler de l'expérimentation* » correspond au cas où l'habitant n'a jamais entendu parler du projet d'expérimentation. Il ne sait rien à propos de l'expérimentation.

2 « *J'ai déjà entendu parler de l'expérimentation* » correspond au cas où l'habitant est informé du projet d'expérimentation, mais il n'a jamais vu la navette autonome. Ce niveau de connaissance repose sur des connaissances *a priori*.

3 « *J'ai déjà vu la navette autonome* » correspond au cas où l'habitant est informé du projet d'expérimentation sur son territoire et où il a vu la navette autonome. Cette modalité concerne également les habitants qui ont testé la navette autonome et ceux qui ont partagé la route avec elle. Les personnes qui ont testé la navette ne constitue pas une catégorie à part entière dans la mesure où leur nombre est trop insuffisant dans l'échantillon constitué.

Distinguer ces trois niveaux de connaissance permet de vérifier si l'expérimentation de navette autonome impacte vraiment l'opinion des habitants du territoire. Cette causalité est testée en comparant les réponses de ceux qui ont été concernés par l'expérimentation avec ceux qui ne l'ont pas été. Ainsi, si cette corrélation existe, les habitants non concernés répondront de manière significativement différente à ceux qui le sont. D'autre part, cela permet de qualifier à partir de quel stade l'expérimentation impacte l'opinion des habitants. Dit autrement, cela permet de vérifier si le simple fait d'entendre parler de l'expérimentation est suffisant pour émettre une opinion différente sur le déploiement d'un service de navette ou s'il est nécessaire de voir le véhicule.

Connaissez-vous le projet d'expérimentation de navette autonome déployé actuellement sur votre territoire ?



Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 39 % des habitants interrogés n'avaient jamais entendu parler de l'expérimentation de navette autonome sur leur territoire avant de répondre au questionnaire. En revanche, 37 % des habitants interrogés en avaient déjà entendu parler et 24 % ont déjà vu la navette autonome.

Globalement, les habitants interrogés sont familiarisés avec les expérimentations déployées sur leur territoire. En effet, seulement 39 % d'entre eux disent n'avoir jamais entendu parler de ces projets. En revanche, leur niveau de connaissance de l'expérimentation reste *a priori* puisque 37 % d'entre eux ont seulement entendu parler du projet. Seulement 24 % des habitants interrogés ont déjà vu la navette "en vrai". Les habitants des deux territoires étudiés affichent des niveaux de connaissance relativement proches des expérimentations :

- 36 % des habitants interrogés dans l'Indre ne connaissaient pas le projet d'expérimentation. 38 % déclarent en avoir seulement entendu parler et 26 % disent avoir vu la navette autonome "en vrai".
- 42 % des habitants interrogés dans la Drôme ne connaissaient pas le projet d'expérimentation. 37 % déclarent en avoir seulement entendu parler et 22 % disent avoir vu la navette autonome "en vrai".

Le principal facteur qui explique ces différents niveaux de connaissance de l'expérimentation est le lieu de résidence de l'habitant interrogé. Plus l'habitant habite près de l'expérimentation et plus il a de chance d'emprunter fréquemment le trajet de navette autonome et d'avoir vu le véhicule.

- Parmi les habitants qui habitent à moins de 10 kilomètres de l'expérimentation, 81 % sont familiarisés avec l'expérimentation déployée sur le territoire et seulement 19 % déclarent ne jamais en avoir entendu parler. Cette connaissance est essentiellement visuelle puisque 61 % des habitants interrogés ont vu la navette autonome. 20 % disent en avoir seulement entendu parler. Cette forte connaissance visuelle s'explique par la proximité des habitants avec le trajet expérimenté. En effet, 49 % empruntent régulièrement le trajet de la navette autonome et 21 % l'empruntent fréquemment.



©Fanny Vandecandelaere

- Parmi les habitants qui habitent entre 10 et 30 kilomètres de l'expérimentation, 66 % sont familiarisés avec l'expérimentation et 33 % n'en ont jamais entendu parler. Seulement 16 % ont vu la navette autonome "en vrai" et 50 % ont entendu parler du projet. Sur ce périmètre géographique, bien que les habitants soient moins concernés par le trajet de la navette autonome (78 % déclarent ne jamais l'emprunter), la communication autour du projet suffit à familiariser les habitants.
- Parmi les habitants qui habitent à plus de 30 kilomètres de l'expérimentation, seulement 42 % des habitants sont familiarisés avec l'expérimentation. Seuls 36 % d'entre eux ont entendu parler du projet et 7 % ont vu la navette autonome. 56 % n'en ont jamais entendu parler.

Contenu des trois niveaux de connaissance des expérimentations

Après avoir distingué ces trois niveaux de connaissance, il convient de clarifier le contenu des connaissances associées. La comparaison des deux sous-échantillons montre que les deux expérimentations ont suivi des stratégies de communication différentes. Les habitants qui ont juste entendu parler du projet n'ont pas eu accès au même contenu d'information sur les deux territoires. Dans l'Indre, 43 % de ces habitants déclarent connaître le trajet de l'expérimentation (contre 35 % dans la Drôme) et 29 % disent savoir que la navette autonome est gratuite (contre 14 % dans la Drôme). Dans l'Indre, 30 % de ces habitants disent avoir eu accès facilement aux horaires de circulation de la navette contre seulement 5 % dans la Drôme. Plusieurs éléments expliquent cette différence.

- Les deux expérimentations n'ont pas la même temporalité. Les phases de roulage de l'expérimentation Cœur de Brenne ont commencé au mois de juillet 2022, soit près de trois mois avant la passation du questionnaire sur le territoire. Les habitants de ce territoire ont donc répondu à notre enquête alors que la communication autour du projet était en cours. En comparaison, la première phase de roulage de l'expérimentation Val de Drôme s'est déroulée entre septembre 2020 et juillet 2021. Ainsi, les habitants de la Drôme ont été interrogés sur une expérimentation qui n'était plus en cours au moment de la passation du questionnaire.
- Les deux expérimentations n'ont pas le même objectif. La première phase de roulage de l'expérimentation Val de Drôme constituait avant tout un test technique. Le test service sera mené au cours du projet RIMA. Ainsi, l'expérimentation Val de Drôme n'a pas inclus une vraie stratégie de communication des horaires auprès des habitants du territoire, contrairement à l'expérimentation conduite à Cœur de Brenne.
- Par ailleurs, l'expérimentation menée dans le Val de Drôme a été fortement impactée par la crise sanitaire provoquée par la COVID19. Elle explique en partie le déficit de communication autour du projet et le niveau plus faible d'information transmis aux habitants du territoire.

Le second enseignement est un fort niveau de satisfaction parmi les répondants qui ont eu une expérience pratique avec la navette, à savoir ceux qui ont partagé la route avec elle et qui l'ont essayée. Parmi les répondants qui ont vu la navette autonome, peu ont vécu ces expériences. Seuls 30 habitants (14 dans l'Indre et 16 dans la Drôme) interrogés ont partagé la route avec la navette autonome et 7 habitants (4 dans l'Indre et 3 dans la Drôme) l'ont utilisée. En dépit de ces faibles effectifs, les habitants concernés sont satisfaits de leur expérience



Les habitants concernés ont exprimé une **qualité moyenne de cohabitation avec la navette sur la route de 3,8/5.**

Seuls 5 habitants interrogés ont jugé la qualité de cette cohabitation inférieure à la moyenne et 13 ont exprimé une très bonne qualité de cohabitation. Il n'y a pas de différence significative dans le jugement sur la qualité de la cohabitation entre les habitants de l'Indre et ceux de la Drôme.

Les habitants qui ont utilisé la navette autonome ont été invités à déclarer combien de fois ils avaient utilisé le véhicule et leur satisfaction sur une échelle de 1 à 10.



À partir de ce système de notation, les habitants concernés ont exprimé **une satisfaction moyenne de 7/10.**

Impact de l'expérimentation de navettes autonomes sur l'acceptabilité de la mobilité autonome partagée

À partir de cette distinction, trois résultats sont ressortis sur la manière dont l'expérimentation de navettes autonomes affecte l'opinion des habitants à l'égard du déploiement d'un service de navettes autonomes sur le territoire :

- l'expérimentation initie les habitants du territoire à la mobilité autonome et les aide à se forger une opinion, aussi bien négative que positive ;
- entendre parler de l'expérimentation ne suffit pas à convaincre les habitants ;
- voir la navette autonome augmente la probabilité d'être intéressé par un service de navettes autonomes.

L'expérimentation initie les habitants du territoire à la mobilité autonome

Le premier effet de l'expérimentation sur l'acceptabilité des habitants est indirect. L'expérimentation permet aux habitants de découvrir ce qu'est la mobilité autonome et de se forger une opinion positive ou négative. En effet, quel que soit le territoire investigué, être familiarisé avec l'expérimentation (entendre parler du projet ou voir la navette) augmente la probabilité de savoir ce qu'est un véhicule autonome :

- dans l'Indre, seulement 57 % des habitants qui ne connaissent pas l'expérimentation savent ce qu'est un véhicule contre 88 % chez ceux qui la connaissent ;
- dans la Drôme, seulement 45 % des habitants qui ne connaissent pas l'expérimentation savent ce qu'est un véhicule contre 88 % chez ceux qui la connaissent.

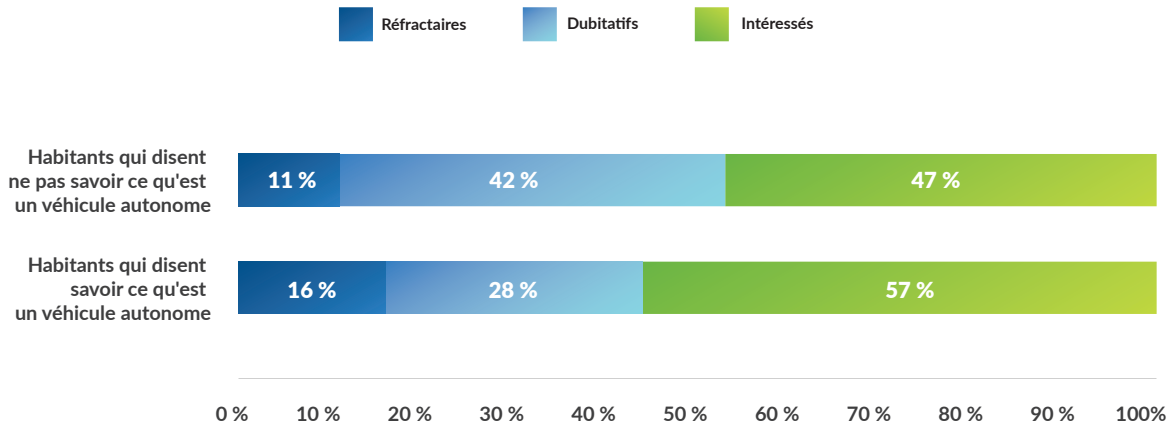
Une fois initiés à la mobilité autonome, les habitants peuvent formuler plus facilement leur opinion sur le déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire.

Savoir ce qu'est un véhicule autonome, avant de répondre au questionnaire, est un facteur polarisant :

Cela augmente de 6,7% la probabilité d'être intéressé par le déploiement d'un service de navettes autonomes près de chez soi ;

Cela augmente de 5,2% la probabilité d'être réfractaire à ce type de projet.

Profils d'opinion et connaissance du véhicule autonome



Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 42 % des habitants qui ignoraient ce qu'est un véhicule autonome avant de répondre au questionnaire se disent dubitatifs quant au déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire. Ce chiffre descend à 28 % chez les habitants qui disaient savoir ce qu'est un véhicule autonome.





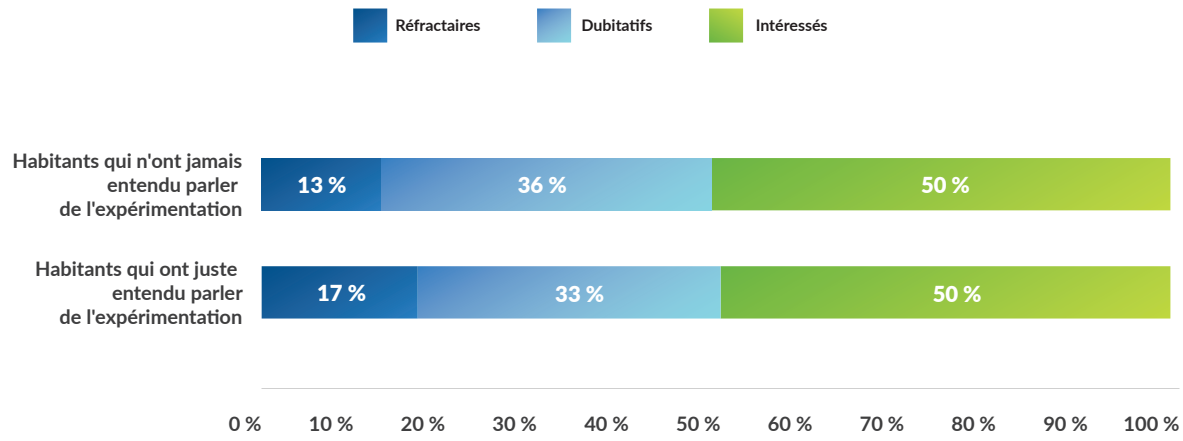
Globalement, savoir ce qu'est un véhicule autonome a trois effets :

- **Favoriser l'intention de tester la navette autonome sur des trajets inférieurs à un kilomètre**. Parmi les habitants qui ignorent ce qu'est un véhicule autonome, seulement 9 % se disent prêts à tester une fois la navette autonome. Ce chiffre passe à 23 % chez les habitants qui savent ce qu'est un véhicule autonome.
- **Faire confiance aux capacités technologiques du véhicule.** Parmi les habitants qui ignorent ce qu'est un véhicule autonome, seulement 33 % pensent que la navette autonome pourrait gérer seule les situations complexes sur la route, telles que les intersections et croisements. Ce chiffre passe à 51 % chez les habitants qui savent ce qu'est un véhicule autonome.
- **Rassurer sur l'impact du service sur l'emploi local.** Parmi les habitants qui ignorent ce qu'est un véhicule autonome, 42 % pensent qu'un service de navettes autonomes détruirait plus d'emplois sur leur territoire qu'il n'en créerait. Ce chiffre passe à 25 % chez les habitants qui savent ce qu'est un véhicule autonome.

Entendre parler de l'expérimentation ne suffit pas pour convaincre les habitants

L'enquête montre qu'entendre parler du projet d'expérimentation ne suffit pas à convaincre les habitants de l'intérêt de déployer un service de navettes autonomes près de chez eux. Dit autrement, communiquer sur l'expérimentation n'est pas un levier suffisant pour convaincre les habitants du territoire des bienfaits de la mobilité autonome.

Profils d'opinion et communication du projet d'expérimentation



Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 263 habitants interrogés qui n'ont jamais entendu parler de l'expérimentation ou qui en ont juste entendu parler
Lecture : 50 % des habitants qui n'ont jamais entendu parler du projet d'expérimentation se disent intéressés par un service de navettes autonomes près de chez eux. Ce chiffre est le même chez les habitants qui ont juste entendu parler du projet d'expérimentation.

Bien que la simple communication du projet ne suffise pas à convaincre les habitants, elle impacte néanmoins la manière dont ils se projettent vers ce type de service. La comparaison des réponses des habitants qui ont seulement entendu parler du projet, sur les deux territoires, montre que les stratégies de communication des deux expérimentations n'ont pas eu les mêmes effets. Les habitants de la Drôme craignent davantage les conséquences négatives que pourrait avoir ce service que les habitants de l'Indre. Par exemple, 38 % des habitants de la Drôme pensent que la navette autonome serait dangereuse pour les autres usagers de la route contre 19 % dans l'Indre.

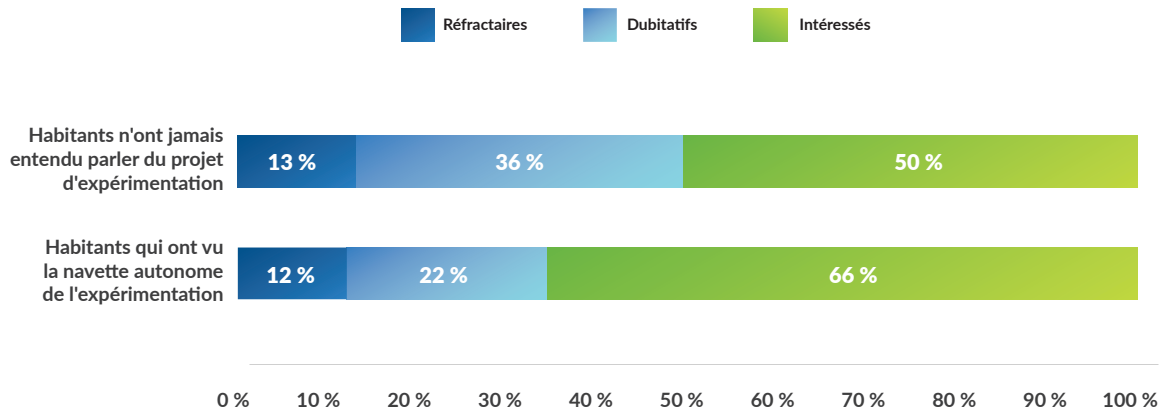


Voir la navette autonome augmente la probabilité d'être intéressé par ce type de service

Enfin, l'enquête démontre que voir la navette autonome favorise l'acceptabilité des habitants du territoire.

Les habitants qui ont déjà vu la navette autonome durant l'expérimentation ont 5,2 % de chance de plus d'être intéressés par un projet de navette autonome par rapport à ceux qui n'en n'ont jamais entendu parler.

Profils d'opinion et communication du projet d'expérimentation



Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 218 habitants interrogés n'ont jamais entendu parler du projet d'expérimentation
Lecture : 50 % des habitants qui n'ont jamais entendu parler du projet d'expérimentation sont intéressés par un service de navettes autonomes. *A contrario*, 66 % des habitants qui ont vu la navette autonome sont intéressés par ce type de service.

Voir la navette autonome rassure les habitants sur plusieurs aspects :

- **La capacité de la navette autonome à cohabiter avec les autres usagers de la route.** Parmi les habitants qui n'ont jamais entendu parler du projet d'expérimentation, 50 % pensent que la navette autonome devrait être cantonnée dans une voie dédiée. Ce chiffre descend à 36 % chez les habitants qui ont vu la navette.
- **Son impact sur la sécurité routière.** Parmi les habitants qui n'ont jamais entendu parler du projet, 30 % pensent que la navette autonome serait dangereuse pour les autres usagers de la route. Ce chiffre passe à 18 % chez les habitants qui ont vu la navette.
- **Son impact sur l'emploi local.** Parmi les habitants qui n'ont jamais entendu parler du projet, 37 % pensent que la navette autonome détruirait plus d'emplois qu'elle n'en créerait. Ce chiffre passe à 18 % chez les habitants qui ont vu la navette autonome.
- **Son impact sur la pollution.** Parmi les habitants qui n'ont jamais entendu parler du projet d'expérimentation, 64 % pensent que la navette autonome réduirait les émissions de CO2. Ce chiffre passe à 71 % chez les habitants qui ont vu la navette.



©Fanny Vandecandelaere

L'expérimentation de navettes autonomes initie les habitants du territoire à la mobilité autonome partagée.

SAVOIR CE QU'EST UN VÉHICULE AUTONOME :

	Favorise	N'impacte pas
Intention d'usage personnel	La volonté d'utiliser la navette autonome sur de petits trajets de moins d'un kilomètre.	La volonté d'utiliser la navette autonome sur des trajets de plus d'un kilomètre.
Public		La perception du public qui pourrait bénéficier du service de navettes autonomes.
Service public		L'intérêt perçu de financer le service de navettes autonomes par les pouvoirs publics.
Conditions pour assurer un service en sécurité	La confiance accordée à la navette autonome pour gérer seule les situations complexes.	La dangerosité perçue du service de navettes autonomes. La nécessité perçue de cantonner la navette autonome dans une voie dédiée ou de la rendre prioritaire dans les croisements et intersections.
Impact sur le territoire	La confiance dans le fait que le service de navettes autonomes ne détruirait pas plus d'emplois qu'il n'en créerait.	La confiance dans la capacité du service de navettes autonomes à réduire les émissions de CO_2 issues de la mobilité sur le territoire.

L'expérimentation de navettes autonomes permet aux habitants du territoire de voir une navette autonome en vrai.

VOIR LA NAVETTE AUTONOME DE L'EXPÉRIMENTATION :

	Favorise	N'impacte pas
Intention d'usage personnel		La volonté d'utiliser la navette autonome sur tout type de trajet.
Public		La perception du public qui pourrait bénéficier du service de navettes autonomes.
Service public		L'intérêt de financer le service de navettes autonomes par les pouvoirs publics.
Conditions pour assurer un service en sécurité	La sûreté perçue du service de navettes autonomes. La confiance accordée à la navette autonome pour circuler sur route ouverte.	La confiance accordée à la navette autonome pour gérer seule les situations complexes. La nécessité perçue de la rendre prioritaire dans les croisements et intersections.
Impact sur le territoire	La confiance dans le fait que le service de navettes autonomes ne détruirait pas plus d'emplois qu'il n'en créerait et dans sa capacité à réduire les émissions de CO_2 issues de la mobilité sur le territoire.	

©Fanny Vandecandelaere

Un autre facteur d'acceptabilité : l'ouverture au changement

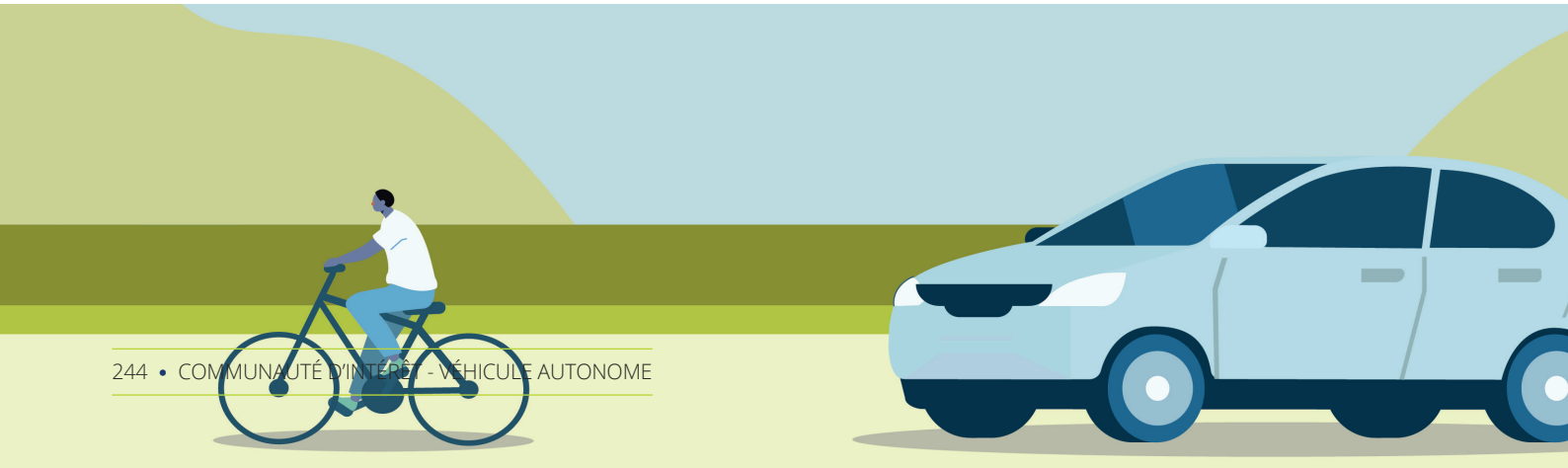
L'enquête démontre que même si l'expérimentation de navette autonome favorise l'acceptabilité des habitants, son influence reste restreinte. En effet, elle aide les habitants à anticiper plus concrètement les conditions de déploiement de ce service ainsi que son impact sur le territoire. Cependant, elle ne suffit pas à elle seule de convaincre les habitants d'utiliser ce type de service.

Les résultats montrent que l'ouverture au changement des pratiques de mobilité est un autre facteur d'acceptabilité important. Il nourrit l'intention d'usage personnel.

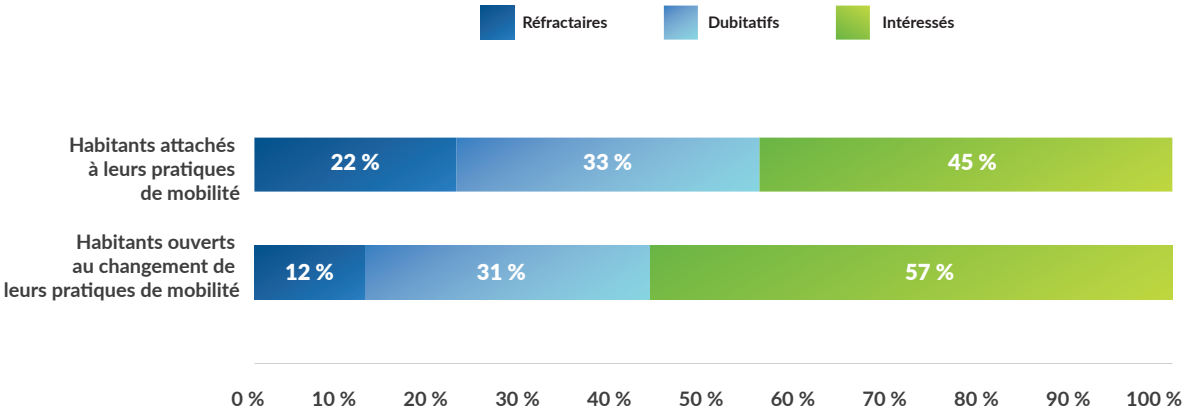
Percevoir un service de navettes autonomes utile pour soi-même

L'enquête a montré que certains profils d'habitants sont favorables à un service de navettes autonomes sur leur territoire sans forcément vouloir l'utiliser. Par exemple, les habitants qui n'utilisent que la voiture pour se déplacer sont plus ouverts à la mobilité autonome que les habitants qui ont des pratiques de mobilité variées. En effet, 12 % des autosolistes se disent réfractaires à ce type de projet contre 21 % pour les habitants qui utilisent déjà les transports partagés. Cette ouverture se traduit notamment par le souhait que ce service soit financé par les pouvoirs publics. Parmi les autosolistes, 64 % pensent que ce service de navettes autonomes devrait être financé par les pouvoirs publics contre 54 % chez les habitants qui pratiquent déjà le transport partagé. En revanche, cette ouverture ne se traduit pas par une intention d'usage personnelle différente. Dit autrement, les autosolistes sont en faveur de ce projet mais ne comptent pas l'utiliser. C'est bien l'ouverture au changement des pratiques de mobilité qui incite les habitants à être plus ouverts à ce nouveau service de mobilité.

Les habitants qui souhaitent changer leurs pratiques de mobilité ont 8 % de chance de moins d'être réfractaires à un projet de navette autonome sur leur territoire par rapport à ceux qui sont attachés à leurs pratiques actuelles.



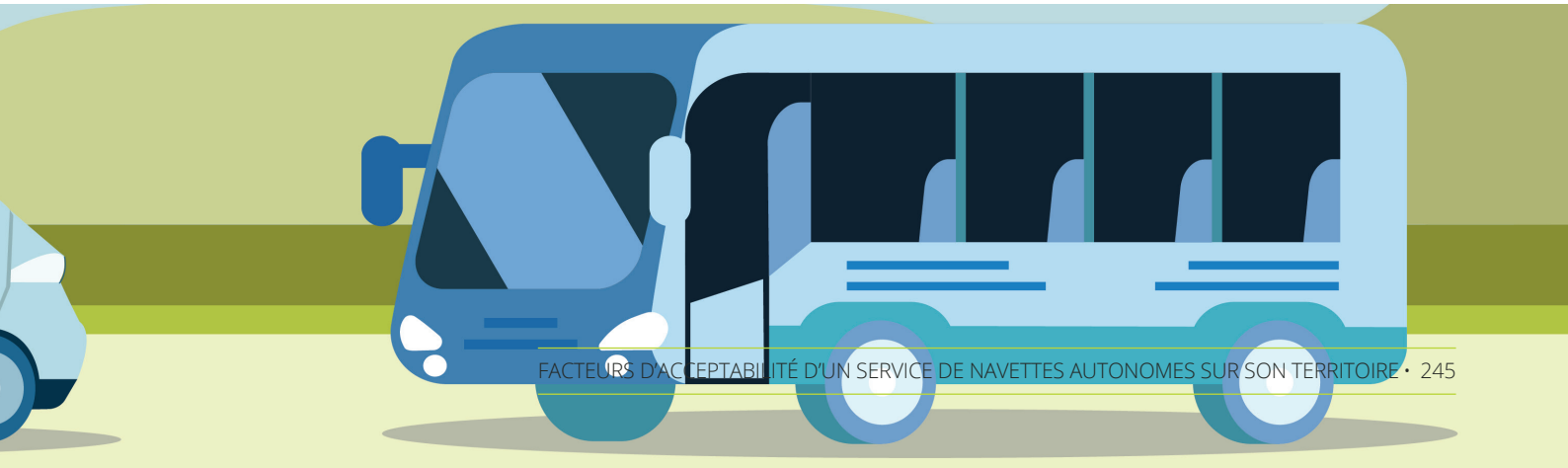
Profils d'opinion et ouverture au changement



Source : enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 45 % des habitants attachés à leurs pratiques actuelles de mobilité se disent intéressés par un service de navettes autonomes sur leur territoire. En comparaison, 57 % des habitants qui se disent ouverts au changement de leurs pratiques partagent ce point de vue.

Cette ouverture au changement affecte plusieurs aspects dans la perception de ce service :

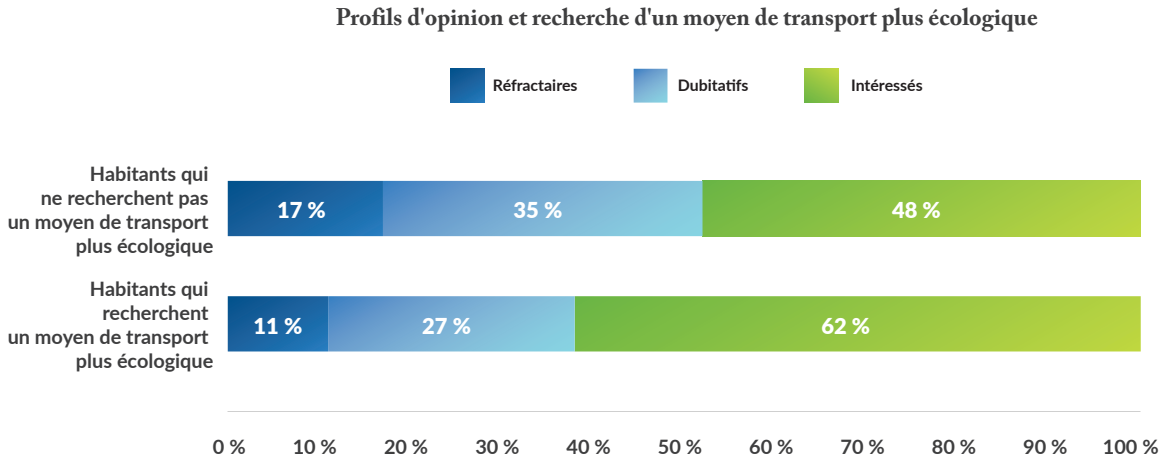
- **Ces habitants se disent prêts à utiliser régulièrement la navette autonome sur des trajets supérieurs à un kilomètre.** En effet, 65 % d'entre eux sont prêts à utiliser régulièrement ce service pour les trajets entre un et cinq kilomètres (contre 42 % chez les habitants attachés à leurs pratiques actuelles) et 72 % pour des trajets entre cinq et dix kilomètres (contre 43 % chez les habitants attachés à leurs pratiques actuelles).
- **Un service de transport public utile pour tout le monde.** Parmi les habitants qui sont attachés à leurs pratiques de mobilité, seulement 33 % pensent que ce service serait utile pour le grand public. Ce chiffre passe à 57 % chez les habitants ouverts au changement de leurs pratiques. Ainsi, 63 % des habitants ouverts au changement souhaitent que les pouvoirs publics financent ce projet (contre 54 % chez les habitants attachés à leurs pratiques).
- **Un service sur une voie dédiée.** Néanmoins, le développement de ce service doit se faire sous des conditions particulières. 51 % des habitants ouverts au changement pensent que ce service devrait être déployé sur une voie dédiée (contre 34 % chez les habitants attachés à leurs pratiques) et seulement 32 % pensent que la navette devrait circuler en route ouverte (contre 47 % chez les habitants attachés à leurs pratiques de mobilité). Ces chiffres s'expliquent par le fait que les personnes interrogées se projettent davantage dans l'utilisation de ce service.



La recherche d'un moyen de transport plus écologique

Les habitants qui recherchent un moyen de transport plus écologique sont particulièrement ouverts à la mobilité autonome et ils se disent prêts à l'utiliser.

Les habitants qui se disent prêts à changer leur manière de se déplacer pour adopter un moyen de transport plus écologique ont 4 % de chance de plus d'être ouverts à un projet de navette autonome que les autres.



Source : Enquête quantitative de la Communauté d'Intérêt Véhicule Autonome – L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture des habitants à l'égard de la mobilité autonome ?
Population : 346 habitants interrogés
Lecture : 48 % des habitants qui ne souhaitent pas changer leur manière de se déplacer pour adopter un moyen de transport plus écologique se disent intéressés par un service de navettes autonomes sur leur territoire. En comparaison, 62 % des habitants qui affirment vouloir adopter un moyen de transport plus écologique partagent ce point de vue.

Cette sensibilité écologique met en avant plusieurs bienfaits de ce service :

- **Ces habitants se disent prêts à utiliser régulièrement la navette autonome sur des trajets supérieurs à un kilomètre.** En effet, 72 % d'entre eux sont prêts à utiliser régulièrement ce service pour les trajets entre un et cinq kilomètres (contre 50 % pour les autres habitants) et 77 % pour des trajets entre cinq et dix kilomètres (contre 55 % pour les autres habitants).
- **Un service de transport public utile pour tous.** Les habitants à la recherche d'un moyen de transport plus écologique sont convaincus de l'intérêt de ce service pour le grand public. 62 % d'entre eux pensent qu'un service de navettes autonomes serait utile pour tout le monde. Cet avis n'est partagé que par 43 % des autres habitants. De ce fait, ils sont 72 % à penser que ce service de navettes autonomes devrait être financé par les pouvoirs publics contre 54 % chez les autres habitants.
- **Un impact social et environnemental positif.** Les habitants qui cherchent un moyen de transport plus écologique pensent qu'un service de navettes autonomes ne serait pas préjudiciable pour leur territoire. Seulement 18 % d'entre eux pensent que la navette autonome serait dangereuse pour les autres usagers de la route (contre 31 % chez les autres habitants) et 22 % pensent que ce service détruirait plus d'emplois sur le territoire qu'il n'en créerait (contre 35 % pour les autres habitants). Ils considèrent à 72 % qu'il permettrait de réduire la pollution (contre 54 % chez les autres habitants).

Ces habitants projettent également ce service dans des conditions de sécurité particulières pour assurer une bonne cohabitation avec les autres usagers de la route :

- **Un service sur une voie dédiée.** Pour que le service soit sécurisé, 52 % de ces habitants pensent que la navette autonome devrait circuler sur une voie dédiée (contre 42 % pour les autres habitants).
- **Un véhicule prioritaire sur la route.** 50 % de ces habitants pensent que la navette autonome devrait être prioritaire dans les croisements et les intersections (contre 34 % pour les autres habitants).





L'ouverture au changement des pratiques de mobilité favorise l'acceptabilité d'un service de navettes autonomes.

ÊTRE PRÊT À CHANGER SA MANIÈRE DE SE DÉPLACER D'ICI UN AN :

	Favorise	N'impacte pas
Intention d'usage personnel	La volonté d'utiliser la navette autonome pour les trajets supérieurs à un kilomètre.	
Public	L'utilité perçue du service de navettes autonomes pour le grand public.	
Service public	L'intérêt de financer le service de navettes autonomes par les pouvoirs publics.	
Conditions pour assurer un service en sécurité	La nécessité perçue de cantonner la navette autonome dans une voie dédiée.	La dangerosité perçue du service de navettes autonomes. La confiance accordée à la navette autonome pour gérer seule les situations complexes. La nécessité de rendre la navette autonome prioritaire dans les croisements et intersections.
Impact sur le territoire		La confiance dans le fait que le service de navettes autonomes ne détruirait pas plus d'emplois qu'il n'en créerait et dans sa capacité à réduire les émissions de CO_2 issues de la mobilité sur le territoire.



Rechercher un moyen de transport plus écologique favorise l'acceptabilité d'un service de navettes autonomes.

ÊTRE PRÊT À CHANGER SA MANIÈRE DE SE DÉPLACER D'ICI UN AN POUR ADOPTER UN MOYEN DE TRANSPORT PLUS ÉCOLOGIQUE :

	Favorise	N'impacte pas
Intention d'usage personnel	La volonté d'utiliser la navette autonome pour les trajets supérieurs à un kilomètre.	
Public	L'utilité perçue du service de navettes autonomes pour le grand public.	
Service public	L'intérêt de financer le service de navettes autonomes par les pouvoirs publics.	
Conditions pour assurer un service en sécurité	La sécurité perçue du service de navettes autonomes. La nécessité perçue de cantonner la navette autonome dans une voie dédiée ou de la rendre prioritaire dans les croisements et intersections	La confiance accordée à la navette autonome pour gérer seule les situations complexes.
Impact sur le territoire	La confiance dans le fait que le service de navettes autonomes ne détruirait pas plus d'emplois qu'il n'en créerait et dans sa capacité à réduire les émissions de CO_2 issues de la mobilité sur le territoire.	

©Fanny Vandecandelaere



Recommandations

À l'issue de cette enquête, plusieurs recommandations peuvent être formulées pour convaincre les habitants de l'intérêt d'un service de navettes autonomes sur leur territoire.

Montrer la navette autonome

L'enquête révèle qu'une expérimentation de navettes autonomes favorise l'acceptabilité des habitants de deux façons. D'une part, elle les initie à ce qu'est la mobilité autonome et les aide à se forger une opinion sur le sujet. D'autre part, elle montre aux habitants ce qu'est une navette autonome en activité.

Par ce biais, l'expérimentation de navettes autonomes aide les habitants du territoire à se projeter sur les conditions nécessaires pour assurer un service en sécurité et à comprendre l'impact social et environnemental d'un service de navettes autonomes. Elle rassure les habitants quant à la sécurité et l'impact sur l'emploi local. Elle les conduit enfin à identifier plus aisément les avantages écologiques d'une telle solution, associée dans leur esprit au développement des transports collectifs dans des territoires qui en sont dépourvus.

Ainsi, expérimenter des navettes autonomes sur un territoire permet à ses habitants de mieux anticiper les conséquences territoriales d'un tel service. En revanche, elle n'est pas un facteur suffisant pour inciter les habitants du territoire à utiliser dans l'avenir un service de navettes autonomes.

Pédagogie au changement des pratiques de mobilité

L'enquête révèle également que l'ouverture au changement est un facteur important pour susciter l'engagement des habitants dans l'utilisation de ce service. L'enquête confirme les enseignements des ateliers conduits par la Communauté d'Intérêt sur l'expérience passager. Ces derniers ont mis en exergue l'importance de penser un processus d'accompagnement et de formation pour l'utilisation de services de transports en communs, ce que Gérard Hernja et Vincent Kaufmann qualifiaient "d'éducation à la mobilité inclusive et durable".

Outre la technologie de conduite autonome, c'est un accompagnement au changement de pratiques qu'il convient de déployer pour faciliter l'utilisation par les habitants de solutions de transport autonomes partagées qui pourraient leur permettre de délaisser leurs pratiques autosolistes.

Cet accompagnement pourrait être orienté autour du désir d'un grand nombre d'habitants d'opter pour des solutions de transport plus écologiques. Ce facteur constitue en effet le principal levier pour inciter les habitants à utiliser un service de navettes autonomes.



LES POINTS À RETENIR :

1. Les habitants interrogés expriment une forte ouverture au changement dans leurs pratiques de mobilité, notamment pour adopter un moyen de transport plus écologique, pour répondre à une augmentation du prix de l'essence ou pour faciliter leur intermodalité. En revanche, cette ouverture ne se traduit pas par une remise en cause de la dépendance à la voiture.

2. Les habitants expriment une certaine ouverture au déploiement d'un service de navettes autonomes sur leur territoire d'ici cinq ans. 54 % d'entre eux se disent intéressés par ce type de projet et 32 % se disent dubitatifs. Dans les deux cas, les habitants expriment une franche intention d'usage personnel du service s'il était déployé. Seulement 14 % des habitants se déclarent réfractaires à ce projet.

3. L'expérimentation de navettes autonomes favorise l'acceptabilité des habitants. Or, cet impact est limité. Il concerne les habitants qui ont vu la navette et il n'affecte que l'appréhension des conditions de sécurité du service et son impact social et environnemental. L'expérimentation de navettes autonomes n'influence pas l'intention d'usage personnel des habitants.

4. L'ouverture au changement des pratiques de mobilité, notamment pour adopter un moyen de transport plus écologique, est le principal levier qui incite les habitants à utiliser un service de navettes autonomes.



ET MAINTENANT ?

PASSER D'UNE RÉFLEXION THÉORIQUE À UNE EXPÉRIENCE PRATIQUE ANCRÉE DANS LES TERRITOIRES

La Communauté d'intérêt clôture en 2022 un premier programme de travail trisannuel grâce auquel elle s'est imposée comme un acteur clé de la réflexion sur le développement de la mobilité autonome en territoire rural et périurbain. La réussite de la Communauté incite dès lors à lancer un nouveau programme d'activité sur trois ans pour pérenniser les travaux et contribuer à la mise en place de services commerciaux sur l'ensemble du territoire. Ce nouveau cycle a pour objectifs d'étudier l'expérience passager au sein du projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA) de navettes autonomes dans la Drôme, de renforcer la dimension comparative des travaux de la Communauté et de la doter à terme d'un modèle holistique et réplicable de déploiement de la mobilité autonome à d'autres territoires peu denses.

Créée en 2019, la Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome visait à évaluer si la mobilité autonome pouvait contribuer à améliorer la mobilité dans les zones rurales et périurbaines. Cet angle original répondait à un emballement médiatique autour des véhicules autonomes qui avait amené les principaux acteurs du secteur à investir massivement dans le développement d'une mobilité autonome individuelle ou partagée, mais cantonnée à un cadre urbain.

La Communauté a ainsi plaidé pour une utilisation de la technologie de conduite autonome dans des zones où cette dernière pourrait apporter une vraie plus-value sociale, environnementale et territoriale. Il s'agissait d'interroger la crédibilité des véhicules autonomes partagés dans des espaces peu denses qui connaissent des problèmes de mobilité manifestes et pour lesquels aucune alternative réelle n'existe par rapport à la voiture individuelle.

> ***Le pari initial consistant à créer une communauté d'intérêt dédiée au véhicule autonome en zone rurale ou périurbaine a été un succès. La Communauté a été en mesure de produire des résultats innovants, notamment concernant l'implication des élus locaux. Elle est aujourd'hui un acteur qui pèse au sein de l'écosystème français. Elle a contribué aux débats sur la mobilité autonome en France et elle a été en mesure de faire progresser la connaissance. Nous devons maintenant approfondir encore nos réflexions et actions sur les cas d'usages concrets pour les navettes autonomes. Cela nous permettra de trouver des solutions pour répondre aux besoins des habitants, même là où la solution peut sembler improbable.***
>
> *Yann Arnaud,*
> *Directeur Réponses Besoins Sociétaires et Innovation de la Macif*
> *CO5, 5 octobre 2022*

Un bilan positif pour le premier cycle de travail conduit entre 2020 et 2022

La création de la Communauté d'intérêt répondait initialement à une logique de connaissance et d'influence. Elle visait à fédérer un groupe d'acteurs intéressés par les véhicules autonomes, ainsi qu'un réseau d'experts et de praticiens autour des travaux pour *in fine* faire de la Communauté un acteur qui compte dans le paysage français de la mobilité autonome. La perspective finale de participation à une expérimentation devait également permettre de récolter des résultats sur le terrain et d'assurer la crédibilité et l'engagement de ses entreprises membres.

> ***La richesse des réflexions produites permet de penser différemment la technologie. Pour ce qui est de l'expérimentation, il convient maintenant de se confronter à la réalité du terrain et aux coûts qui y sont associés. Orange souhaite s'impliquer davantage dans la Communauté, notamment en facilitant le transfert des réflexions vers les branches business de l'entreprise.***
>
> *Cédric Seureau,*
> *Research Program Manager "Interconnecting Attractive Territories" chez Orange*
> *CO5, 5 octobre 2022*

La Communauté a complété le programme de travail comme prévu initialement. Il a été articulé en trois années visant successivement à explorer les différentes composantes non-techniques de la mobilité autonome, à analyser son inscription dans les territoires ruraux et périurbains et à préparer une expérimentation dans le but de tester ses hypothèses sur le terrain. Ces trois grands objectifs ont été atteints avec succès lors de ce premier cycle de travail.

La Communauté s'est ainsi imposée comme un acteur qui compte sur le sujet des véhicules autonomes. En témoigne son association progressive aux réflexions gouvernementales menées dans le cadre de la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée, que ce soit au sein du séminaire national sur l'acceptabilité ou lors de rencontres avec des collectivités locales. Grâce à des résultats uniques et novateurs, notamment sa capacité à renouveler l'approche sur l'acceptabilité en interrogeant les élus locaux français, la Communauté a su s'affirmer et devenir un acteur de référence dans un environnement déjà dynamique.

Elle est aujourd'hui reconnue pour avoir contribué à :

- questionner la place de la mobilité autonome dans les territoires ruraux et périurbains ;
- sonder et associer les élus locaux pour réfléchir au développement de la mobilité autonome dans les territoires ;
- produire des résultats inédits concernant la place des collectivités locales dans le développement de la mobilité autonome, qui ont directement alimenté l'actualisation de la stratégie nationale portée par le gouvernement ;
- souligner l'importance de l'ensemble des dimensions non-techniques liées à la mobilité autonome, en particulier l'acceptabilité et l'acceptation de cette innovation.

Malgré ces apports majeurs, l'objectif de la Communauté consistant à crédibiliser et accompagner concrètement le déploiement à moyen terme de services commerciaux de mobilité autonome dans des territoires ruraux et périurbains reste encore à atteindre.

Par ailleurs, la possibilité d'un tel déploiement de véhicules autonomes en zone peu denses a été mis à mal récemment du fait des difficultés rencontrées par certaines expérimentations. C'est le cas par exemple avec l'abandon en avril du projet NIMFEA (Navettes Innovantes Modulaires du Futur Expérimentales et Autonomes) à Giverny porté par Transdev. De plus, comme le rappelle régulièrement Anne-Marie Idrac, Haute responsable de la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée, la problématique économique liée à un tel service reste posée.

La démonstration de la capacité réelle des acteurs à déployer d'un point de vue technique et économique la mobilité autonome partagée dans les territoires ruraux et périurbains reste ainsi à parachever. La montée en puissance de l'expérimentation de navette autonome conduite dans la Drôme avec le projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA), prévue jusqu'en 2025, devrait permettre d'apporter des réponses concrètes en la matière. La plus-value et la portée des travaux de la Communauté, combinée à ce calendrier de déploiement de ce pilote de services, justifient ainsi la poursuite de ses activités dans le cadre d'un nouveau cycle de trois ans. Ce dernier permettra de fournir des résultats tangibles quant à la place de la mobilité autonome dans les territoires ruraux et périurbains et son passage à l'échelle.

Les objectifs du nouveau cycle de travail 2023-2025

L'ouverture de ce nouveau cycle de travail doit permettre à la Communauté d'intérêt de passer d'une réflexion théorique sur la possibilité et l'opportunité de développer la mobilité autonome en zone rurale et périurbaine à une expérience pratique, ancrée dans la réalité quotidienne des territoires et de leurs habitants. Les travaux ont montré jusqu'ici que le besoin de nouvelles solutions de mobilité était prégnant, que la demande des acteurs politiques était forte et qu'aucun obstacle majeur ne s'opposait à un développement de la mobilité autonome en territoire rural et périurbain. Fort de ce constat, la Communauté entend aujourd'hui démontrer l'apport concret d'un service partagé et collectif de mobilité autonome en matière d'aménagement du territoire.

> ***La qualité des échanges et des résultats produits est indéniable. Néanmoins, il faut se méfier du caractère foisonnant des connaissances accumulées. Il y a un risque d'être embarqué dans une démarche consistant à en savoir toujours plus sur toujours moins (learning more and more about less and less). La question sous-jacente qui se pose est celle du passage d'une Communauté d'intérêt à une Communauté d'action. De multiples questions sont soulevées, par exemple sur l'enrôlement des partenaires ou encore sur l'apport concret d'une expérimentation par rapport aux connaissances déjà accumulées.***
>
> *Sylvain Lenfle,*
> *Professeur des universités, HDR au CNAM*
> *CO5, 5 octobre 2022*

Il s'agira, au cours de ces trois nouvelles années, de comprendre comment un service de navette autonome peut venir modifier concrètement les pratiques de mobilité sur un territoire. Grâce à son implication dans le projet de Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA), la Communauté mènera les enquêtes sur l'acceptabilité, l'acceptation et l'expérience du service ainsi que son inscription dans le territoire. Elle contribuera également à évaluer les changements économiques, sociaux et environnementaux qu'un tel service peut engendrer afin de les objectiver. Les apports liés à ces changements seront mis en parallèle avec d'autres solutions de mobilités existantes (transport collectif, solidaire, modes doux, partagés) sur des cas d'usage précis.

La Communauté sera ainsi en mesure de proposer, au terme de ce nouveau cycle de travail, un modèle global synthétisant les bénéfices et les coûts d'un service de mobilité autonome sur un territoire rural ou périurbain. Ce type d'analyse permettra notamment d'accompagner de manière pratique les collectivités locales désireuses de développer des services de mobilité autonome afin de les guider dans l'appréhension *a priori* des conditions de déploiement, d'éligibilité de leur territoire et l'apport potentiel d'une telle solution de mobilité.

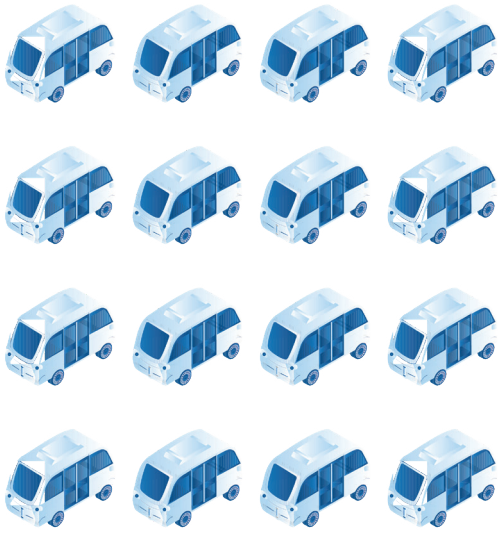
Le programme de travail de la Communauté sur la période 2023/2025 s'articulera plus précisément autour de quatre objectifs :

- développer un modèle holistique et réplicable pour le déploiement de la mobilité autonome en territoire rural ;
- conserver une démarche centrée sur le service afin d'analyser son acceptation et son adoption par les utilisateurs ;
- renforcer la perspective comparative des travaux de la Communauté ;
- contribuer activement à la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée.

Développer un modèle holistique et réplicable pour le déploiement de la mobilité autonome en territoire rural

Le nouveau programme de travail de la Communauté vise à dépasser les seules réflexions sur le modèle économique de la mobilité autonome. Les travaux ont en effet montré qu'elle ne se réduit pas aux logiques d'exploitation d'un service commercial de transport. Elle constitue aussi un projet politique dont le déploiement sera nécessairement initié et encadré par les collectivités locales et dont la réussite dépendra de l'adoption du service par les habitants et les acteurs du territoire.

Pour accompagner les élus dans la compréhension de toutes les implications d'un service de mobilité autonome, il convient donc de leur proposer un modèle holistique, c'est-à-dire un modèle prenant en compte les aspects économique, social, politique, juridique et environnemental pour appréhender le déploiement d'un service mobilité autonome. Ce nouveau programme de travail permettra d'y parvenir.



Il s'agira donc de dépasser la seule logique d'évaluation de l'acceptabilité *a priori* et de l'acceptation d'un service de mobilité autonome afin de produire des données sur ses contraintes et ses impacts aux niveaux technologique, économique, social ou encore géographique, environnemental et politique. Ces travaux permettront d'objectiver concrètement les apports et les limites, aussi bien directes qu'indirectes, du projet RIMA mené sur le territoire de Crest et du Val de Drôme. Pour ce faire, la Communauté déploiera un programme de travail séquencé de la manière suivante sur les trois années :

2023 : préparer un modèle global des contraintes, de l'apport et du coût d'un service de mobilité autonome pour un territoire rural ou périurbain.

Cette première année visera à capitaliser sur l'ensemble des acquis de la Communauté pour les structurer à des fins opérationnelles. Cette approche consiste à intégrer dans un même modèle l'ensemble des dimensions non-techniques de la mobilité autonome à prendre en compte pour le déploiement d'un service pérenne et à analyser le lien entre elles. Il s'agira de proposer un modèle unique qui ne se focalise pas uniquement sur les aspects économiques, mais qui intègre également des variables sociales, environnementales ou encore politiques et juridiques.

Ce modèle holistique inédit permettra d'identifier précisément et d'objectiver les apports et les limites directs et indirects d'un service de mobilité autonome sur un territoire peu dense dans toutes ses dimensions. L'élaboration de ce modèle passera par une synthèse des réflexions conduites par la Communauté pendant son premier cycle de travaux, ainsi que par une exploration des innovations théoriques produites sur des modèles d'affaires susceptibles d'inclure l'ensemble de ces dimensions. Ce travail sera résumé par un canevas simple qui représentera ce modèle holistique pour la mobilité autonome en territoire rural ou périurbain.

2024 : tester empiriquement ce modèle dans le cadre du projet RIMA pour le faire évoluer et valider sa pertinence.

La deuxième année visera à tester concrètement ce modèle dans le cadre du projet RIMA. Il s'agira, à partir d'une analyse empirique, de collecter des données, grâce aux différentes phases de déploiement du réseau de navettes autonomes, afin d'évaluer leurs impacts réels sur les plans économiques, sociaux et environnementaux. Les conséquences des choix technologiques en matière de matériel roulant et d'infrastructure seront aussi pris en compte dans l'analyse d'impact.

Ces résultats empiriques permettront de valider la robustesse du modèle holistique proposé et de le faire évoluer pour qu'il incarne au mieux les problématiques à prendre en compte et les apports concrets d'un service de mobilité autonome sur un territoire rural. Ils contribueront également à mieux comprendre comment animer un écosystème d'acteurs concernés directement ou indirectement par le déploiement d'un service de mobilité autonome.

2025 : répliquer et exporter ce modèle sur d'autres territoires ruraux ou périurbains.

Après avoir validé empiriquement le modèle, la troisième année des travaux de la Communauté visera à interroger sa réplicabilité dans d'autres territoires peu denses. Cet objectif permettra de considérer notamment les économies d'échelle qui peuvent être attendues de la diffusion d'un service de mobilité autonome.

Grâce à une application du modèle à d'autres projets de déploiement de navettes autonomes, il s'agira d'identifier ses variants et invariants. Ce travail permettra de clarifier les conditions de réplicabilité, notamment pour les territoires intéressés par le développement d'un service de mobilité autonome. Il permettra en effet de préciser les conditions d'éligibilité, par exemple : le niveau de développement d'un territoire (organisation politico-administrative, relations entre les collectivités, niveau de



maturité en matière de politique de mobilité ou encore niveau d'acceptabilité *a priori* des habitants et des acteurs du territoire), la pertinence d'une telle solution par rapport à d'autres solutions de transport plus conventionnelles et l'apport économique, social et environnemental potentiel d'un tel service de mobilité autonome.

Ce programme de travail évoluera au gré des discussions entre les partenaires et en fonction du déroulement du projet RIMA. Il permettra à la Communauté d'apporter des éléments de preuve quant à la pertinence de déployer un service partagé et collectif de mobilité autonome dans les territoires ruraux et périurbains. Il démontrera les défis et les apports concrets d'un service de navette autonome sur ce type de territoire. La Communauté sera ainsi en mesure de proposer des outils simples et transposables pour évaluer un projet de service de mobilité autonome sur un territoire donné. Ceux-ci pourraient être mis à la disposition des acteurs locaux intéressés par le développement d'un tel service de mobilité autonome.

Conserver une démarche centrée sur le service afin d'analyser son acceptation et son adoption par les utilisateurs

Le maintien tout au long du projet RIMA des outils de mesure élaborés en 2022 doit permettre d'évaluer les différentes composantes de l'acceptabilité, de l'acceptation et de l'adoption d'un service de navette autonome sur le temps long. Les dispositifs de mesure de la qualité de l'expérience passager (questionnaire usagers, *focus groups*, enquête des opérateurs de sécurité) et de l'inscription du service dans le territoire (enquête auprès des habitants, enquête auprès des parties prenantes, rapports aux autres usagers de la voirie) seront donc conservés sur toute la durée de ce nouveau cycle de travail de trois ans.

> ***Les travaux conduits ont permis de confirmer la conviction qu'il était nécessaire de privilégier une réflexion commune au sein de l'écosystème. L'orientation de la Communauté contribue aussi à la volonté de la MAIF de prioriser la qualité du service rendu. Le bilan est donc très positif.***
>
> *Nicolas Boudinet,*
> *Directeur général délégué Maif*
> *Rencontre des CEOs, 13 avril 2022*

Les enseignements tirés de ces enquêtes permettront aux membres de la Communauté de jouer un rôle clé dans le développement et l'amélioration du pilote de services dans la Drôme. Elle sera également en mesure de proposer des recommandations spécifiques pour une meilleure prise en compte globale de l'expérience passager. Elle contribuera ainsi à repositionner les utilisateurs au cœur des réflexions des acteurs politiques et économiques impliqués dans le développement de la mobilité autonome.

Renforcer la perspective comparative des travaux de la Communauté

Le troisième objectif du nouveau programme de travail touchera à l'évaluation des conditions de réplicabilité des travaux conduits par la Communauté sur d'autres territoires ruraux en France et à l'étranger. Il s'agira pour ce faire de conserver une perspective comparative tout au long des phases de construction d'un modèle économique, social, environnemental et politique pour le déploiement d'un service de mobilité autonome dans les territoires ruraux et périurbains.

Concrètement, cette dimension comparative sera mise en place grâce à la réalisation de différents cas d'études sur d'autres expérimentations que le projet RIMA conduit dans le Val de Drôme. La Communauté pourra s'inspirer d'autres projets de déploiement de navettes autonomes en France ou à l'étranger identifiés dans le cadre du benchmark. Cette démarche sera riche en enseignements et permettra de proposer des résultats robustes afin de comprendre les conditions de réplicabilité du pilote de services RIMA à d'autres territoires ruraux.

Contribuer activement à la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée

Au cours de son premier cycle de travail, la Communauté d'intérêt Movin'On sur le véhicule autonome s'est imposée comme un acteur crédible et constructif de l'écosystème national dans ce domaine. Elle est désormais en mesure de peser de manière active et positive sur les orientations gouvernementales pour accompagner le développement de la mobilité automatisée en France et, potentiellement, à l'échelle européenne. On peut relier la croissance des collectivités locales à la stratégie nationale aux actions mises en place par les travaux de la Communauté.

Ce nouveau cycle de travail 2023/2025 doit permettre d'affirmer et de renforcer la contribution de la Communauté aux travaux gouvernementaux sur la mobilité routière automatisée. Cette implication se traduira par une participation régulière aux instances de consultation mises en place dans le cadre de la stratégie nationale mais aussi, plus concrètement, par un appui au lancement d'un guichet unique à destination des collectivités locales.



REMERCIEMENTS

El Mehdi Aboulkacem • Ifsttar - Université Gustave Eiffel | **Ouail Al Maghraoui** • Kisio | **Florent Anon** • NextMove | **Clément Aubourg** • Keolis | **Veronique Berthault** • RATP/STPA | **Fabien Bertolami** • Bertolami | **Jeroen Beukers** • Transports publics genevois | **Stéphanie Coeugnet** • Institut Védécom | **Henriette Cornet** • UITP | **Philipp Dannecker** • ArchParc | **Xavier Delâche** • DGITM | **James Dick** • RATP Dev | **Pekka Elorante** • Sitowise | **Nadège Faul** • Navya | **Aurélien Faurel** • Navya | **Melisa Fazlic** • Transports publics genevois | **Anne Guénand** • Université de Technologie de Compiègne | **Michael Hayman** • Kisio | **Gérard Hernja** • ECF | **Anne-Marie Idrac** • Haute représentante pour la mobilité automatisée | **Nathalie Irisson** • Macif | **Marie Izaute** • Université Clermont Auvergne | **Laura Janvier** • Navya | **Vincent Kaufmann** • EPLF | **Dimitri Konstantas** • Université de Genève | **Maxime Le Gern** • Keolis | **François Marmoiton** • Université Clermont Auvergne | **Natacha Métayer** • Institut Védécom | **Ferdinand Monéger** • Aphos- Université Clermont Auvergne | **François Nieddu** * Navya | **Jean-Christophe Riotte** • beti | **Stéphane Roger** • Institut Védécom | **Christophe Sabadel** • Maif | **Jean-François Sencerin** • PFA-FVA | **Christophe Schmitt** • HEPPNER/U-TLF | **Cédric Szabo** • AMRF | **Vincent Talon** • TwinswHeel | **Guillaume Travers** • Cara



✦

BIBLIOGRAPHIE

ABOULKACEM, E. et COMBES, F., janvier 2019, *Le véhicule autonome va-t-il transformer en profondeur le transport de marchandises ?*, Research Report, IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux.

AINSALU J., al., 2018, "State of the Art of Automated Buses," *Sustainability*, vol. 10, Page 3118, 10, 9, p. 3118.

AINSALU, J.; ARFFMAN, V.; BELLONE, M.; ELLNER, M.; HAAPAMÄKI, T.; HAAVISTO, N.; JOSEFSON, E.; ISMAILOGULLARI, A.; LEE, B.; MADLAND, O.; MADŽULIS, R.; MÜÜR, J.; MÄKINEN, S.; NOUSIAINEN, V.; PILLI-SIHVOLA, E.; RUTANEN, E.; SAHALA, S.; SCHØNFELDT, B.; SMOLNICKI, P.M.; SOE, R.-M.; SÄÄSKI, J.; SZYMAŃSKA, M.; VASKINN, I.; ÅMAN, M., 2018, "State of the Art of Automated Buses", *Sustainability*, vol. 10, https://doi.org/10.3390/su10093118

AJZEN, I., 1991, « The Theory of Planned Behavior», *Organizational behavior and human decision processes*, 50, pp. 179-211

ALIAGA, A., février 2022, "Benchmark des expérimentations à vocation servicielle actives en 2021", CEREMA, https://www.cerema.fr/system/files/documents/2022/02/experimentations_de_vehicules_automatises_a_vocation_servicielle_en_france_en_2021.pdf.

ALLEMAND, S., 2008, *Apprendre la mobilité : les ateliers mobilité, une expérience originale*, Paris : Le Cavalier Bleu.

ALSNIH, R., HENSHER, D. A., 2003, "The mobility and accessibility expectations of seniors in an aging population", *Transportation research Part A: policy and practice*, 37(10), pp. 903-916.

ANTONIALLI, F., 2021, « Autonomous shuttles for collective transport: a worldwide benchmark", *Automotive Technology and Management*, vol. 21, n°1/2, http://www.inderscience.com/storage/f941068511371221.pdf.

BARRÉ, J., Février 2022, « Quelle formation pour les conducteurs de véhicules autonomes ? », *RTS - Recherche Transports Sécurité* IFSTTAR, 19p, [En ligne], https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03559655/document.

BECKER G., 1965, « Time and household production: a theory of the allocation of time », *Economic Journal*, (75), pp. 493-517.

BEDOYA, A., MATHIEU, F., NUSSBAUMER, B., HILLEN, V., MARQUETTE, F., & REILHAC, P. (2021). « Chapitre 11. Utilisation du Design Thinking pour réinventer la conduite des seniors : vers un véhicule semi-autonome », dans PRÉVÔT-HUILLE, H. & PICARD, R., 2018, *L'avenir des Silver Tech. Conception, usage, évaluation*, Rennes, Presses de l'EHESP, pp. 203-224.

BEIRIGO, B., SCHULTE, F., NEGENBORN, R, janvier 2018, « Integrating People and Freight Transportation Using Shared Autonomous Vehicles with Compartments », *IFAC-PapersOnLine*.

BELLONE, M., ISMAILOGULLARI, A., KANTALA, T., MÄKINEN, S., SOE, R. M., & KYYRÖ, M. Å., 2021, "A cross-country comparison of user experience of public autonomous transport", *European Transport Research Review*, 13(1), pp. 1-13.

BIGGS, R. et al. (dir.), 2021, *The Routledge Handbook of Research Methods for Social-Ecological Systems*, London : Routledge.

BOBILLIER-CHAUMON, M-E., 2013, *Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies dans l'activité : Questions et perspectives pour la psychologie du travail*. Habilitation à diriger des recherches, Université Lumière Lyon 2, Lyon.

BOBILLIER-CHAUMON, M-E., DUBOIS, M., 2009, « L'adoption des technologies en situation professionnelle : Quelle articulation possible entre acceptabilité et acceptation ? », *Le travail humain*, 72(4), p. 362.

BONNARDEL, S., 2021, "Robomobility for collective transport: a prospective user centric view", *Automotive Technology and Management*, vol. 21, n°1/2.

BORDENET, C., 14 février 2020, « Les oubliés de la mobilité : « Sans voiture, je ne suis plus rien » », *Le Monde.fr* [En ligne], consulté le 18 juillet 2022, https://www.lemonde.fr/m-le-mag/article/2020/02/14/les-oublies-de-la-mobilite-sans-voiture-je-ne-suis-plus-rien_6029593_4500055.html.

BOSWORTH, G., PRICE, L., COLLISON, M., & FOX, C., 2020, "Unequal futures of rural mobility: Challenges for a "Smart Countryside"", *Local Economy*, 35(6), pp. 586-608.

BRANGIER, É., BASTIEN, J. M. C., 2010, « 12. L'évolution de l'ergonomie des produits informatiques: accessibilité, utilisabilité, émotionnalité et influençabilité », *Ergonomie, conception de produits et services médiatisés*, Paris, Presses Universitaires de France, pp. 307-328.

BUCHOT, N., 2012, *La mobilité contextuelle à l'épreuve de la mobilité résidentielle contrainte : dans le cadre de la rénovation urbaine des quartiers d'habitat social à Angers et à Trélazé*, thèse de doctorat, Université du Maine, [En ligne], consulté le 12 juillet 2022, https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00770299.

BURGGRAAF, D., JOVANOVA, J., juillet 2021, « Design of a multi-functional vehicle which supports passenger and cargo transport », Dans : *2021 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM).*

CARSTEN, O., MARTENS, H. M., 2019, "How can humans understand their automated cars? HMI principles, problems and solutions", *Cognition, Technology & Work,* 21, p. 3.

CHANG, Chia-Ming, TODA, Koki, GUI, Xinyue, SEO, Stela H. Seo, & IGARASHI, Takeo, September 2022, "Can Eyes on a Car Reduce Traffic Accidents?", in 14th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI '22), Seoul, South Korea, ACM, doi:10.1371/journal.pbio.3001780.

CHARLET, M., CHAUFREIN, M., 21/08/2017, "Benchmark des expérimentations de véhicules autonomes et connectés », Projet TEVAC WP1, https://fr.calameo.com/read/002974342090 66cb008de.

CHEN, C.-F., 2019, "Factors affecting the decision to use autonomous shuttle services: Evidence from a scooter-dominant urban context", *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 67, pp. 195-204.

CORNET, H., STADLER, S., KONG, P., MARINKOVIC, G., FRENKLER, F., & SATHIKH, P. M, 2019, "User-centred design of autonomous mobility for public transportation in Singapore", *Transportation Research Procedia*, 41, pp. 191-203.

COSTESEQUE G., 2020, "Évaluation de l'expérimentation d'une navette autonome et d'une route photovoltaïque.", CEREMA.

COSTESEQUE, G., Décembre 2019, *Évaluation de l'expérimentation d'une navette autonome et d'une route photovoltaïque*, Rapport d'étude du Cerema, [En ligne], https://www.cerema.fr/system/files/documents/2021/04/livrable-navette-nm-cerema-20200408-signemah.pdf.

DAVIS, F. D., 1985, *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results*, Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology.

DAVIS, F. D., 1989, "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology", *MIS Quarterly*, 13, pp. 319-340.

DEBERNARD, S., CHAUVIN, C., POKAM, R., & LANGLOIS, S., 2016, "Designing Human-Machine Interface for Autonomous Vehicles", IFAC PapersOnLine 49-19, Pp. 609-614.

DESJEUX, D., 2022, *Le marché des Dieux. Comment naissent les innovations religieuses. Du judaïsme au christianisme*, Paris, Presses Universitaires de France.

DESPRÈS, M., LORD, S., & NEGRON-POBLETE, P., 2019, « (Re)placer la mobilité dans son contexte : le parcours commenté, un outil de recueil et d'analyse de données de mobilité », *La mobilité en méthodes*, RTS – Recherche Transports Sécurité, IFSTTAR.

DOMMES, A., MERLHIOT, G., LOBJOIS, R., DANG, N.-T., VIENNE, F., BOULO, J., OLIVER, A.-H., CRÉTUAL, A., & CAVALLO, V., 2021, "Young and older adult pedestrians' behavior when crossing a street in front of conventional and self-driving cars", *Accident Analysis & Prevention*, 159, 106256.

DUCHARME, C. et al., 2015, « Effets du programme d'Apprentissage à l'utilisation du Transport en Commun (ATraCo) : une étude pré-expérimentale », *Revue Francophone de Recherche en Ergothérapie*, vol. 1, n° 2, pp. 23-44.

FAUL, N., 15 mars 2021, « [Dossier Mobilités] #8 - Quels effets sociaux, économiques et environnementaux du véhicule autonome ? Développement d'une méthodologie d'évaluation commune dans le projet SAM. », dans *construction21.org*.

FEIERLE, A., DANNER, S., STEININGER, S., & BENGLER, K., 2020, "Information Needs and Visual Attention during Urban, Highly Automated Driving—An Investigation of Potential Influencing Factors", *Information*, 11, p. 62.

FEYS M., ROMBAUT E., VANHAVERBEKE L., 2020, "Experience and Acceptance of Autonomous Shuttles in the Brussels Capital Region," *Sustainability*, Vol. 12, Page 8403, 12, 20, p. 8403.

GROCE, M. M., 1996, "An Introduction to Travel Training", *Transition Summary*, pp. 2-5.

GUMASING, M. J. J., DELA CRUZ, C. H. C., 2018, "Ergonomic design of public bus in the Philippines with provision for senior citizens and persons with disability", MATEC Web of Conferences, vol. 150, 05006.

HAGENZIEKER, M.; BOERSMA, R.; NUÑEZ VELASCO, P.; OZTURKER, M.; ZUBIN, I.; HEIKOOP, D., 2021, "Automated buses in Europe. An Inventory of pilots: final version", Delft University of Technology, https://pure.tudelft.nl/ws/portalfiles/portal/110993497/HagenziekeretaI2021AutomatedBusesinEuropeAnInventoryofPilots_FinalReport.pdf.

HAQUE, A., BRAKEWOOD, C., septembre 2020, "A synthesis and comparison of American automated shuttle pilot projects", Case Studies on Transport Policy, vol. 8, n° 3, p. 928-937.

HARTWICH, F., HOLLANDER, C., JOHANNMEYER D., & KREMS, J. F., 2021, "Improving Passenger Experience and Trust in Automated Vehicles Through User-Adaptive HMIs: "The More the Better" Does Not Apply to Everyone", *Frontiers in Human Dynamics*, 3, pp. 3-4.

HERNANDEZ, S., MONZON, A., 2016, « Key factors for defining an efficient urban transport interchange: Users' perceptions. », *Cities*, 50, pp. 158-167.

HERNJA, G. et KAUFMANN, V., 2022, *Mobilité durable et inclusive : Quel processus éducatif ?*, Laboratoire de la Mobilité Inclusive, [En ligne], consulté le 15 juillet 2022, https://www.mobiliteinclusive.com/projet-inclusion-transition/inclusion-transition-recherche.

HOARAU, M., CAHOUR, B., 2021, « Partage d'un robot-taxi autonome lors d'un trajet par projection imaginaire guidée : quelles sources de confort et d'inconfort dues à l'absence de chauffeur ? », Actes du *11e colloque de psychologie ergonomique Épique*, 2021, pp. 122-129.

HOTTENTOT, C., MEINES, V., PINCKAERS, M., avril 2015, « Experiments on autonomous and automated driving : an overview 2015", https://www.crow.nl/downloads/pdf/portals/zelfrijdende-auto-en-wegontwerp/experiments-on-autonomous-and-automated-driving-an.aspx.

HOU, M., MAHADEVAN K., SOMANATH, S., SHARLIN, E., & OEHLBERG, L., 2020, "Autonomous Vehicle-Cyclist Interaction: Peril and Promise", CHI '20, Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, April 25–30, Honolulu, HI, USA, p. 9.

ICLODEAN, C.; CORDOS, N.; VARGA, B.O, juin 2020, "Autonomous Shuttle Bus for Public Transportation: A Review", *Energies*, vol. 13, https://doi.org/10.3390/en13112917.

JOERSS, M., SCHRODER, J., NEUHAUS, F., MANN, F., septembre 2016, *Parcel delivery. The future of last mile*, McKinsey.

JOSSET, J. M., RALLET, A., 2017, « Numérique et transport : observer et mesurer des formes plus complexes de perception du temps de transport », *Terminal*, (121), [En ligne], https://journals.openedition.org/terminal/1724?lang=en.

KAHNEMAN, D., TVERSKY, A., 2003, « Experienced utility and objective happiness: A moment-based approach ». *The psychology of economic decisions*, 1, pp. 187-208.

KAUFMANN, V., 2017, *Les paradoxes de la mobilité : bouger, s'enraciner,* Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, Le savoir suisse, n° 46.

KAUFMANN, V., 2019, « La mobilité comme capital ? », dans MONTULET, B. (dir.), *Mobilités, fluidités... Libertés ?* Bruxelles : Presses de l'Université Saint-Louis, Travaux et recherches, pp. 25-41, [En ligne], consulté le 15 juillet 2022, http://books.openedition.org/pusl/11205.

KETTLES, N., VAN BELLE, J.-P., 2019, "Investigation into the Antecedents of Autonomous Car Acceptance using an Enhanced UTAUT Model," 2019 International Conference on Advances in Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD), pp. 1-6, doi: 10.1109/ICABCD.2019.8851011.

KIM, E., KIM, Y. et PARK, J., Janvier 2022, « The Necessity of Introducing Autonomous Trucks in Logistics 4.0 », *Sustainability*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

KONG, P., VALLET, F., AL MAGHRAOUI, O., CORNET, H., & FRENKLER, F., 2019, "Seeking emotions in mobility experience elicitation: A Singapore-France comparison", in International Association of Societies of Design Research Conference 2019.

LE BRETON, É., 2005, *Bouger pour s'en sortir : mobilité quotidienne et intégration sociale*, Paris: Armand Colin.

LEFEBURE, P., 2011, « Les apports des entretiens collectifs à l'analyse des raisonnements politiques », *Revue Française de Science Politique*, vol. 61, n° 3, pp. 399-420.

LI, B., KRUSHINSKY, D., VAN WOENSEL, T., REIJERS, H., février 2016, « An adaptive large neighborhood search heuristic for the share-a-ride problem », *Computers & Operations Research*.

LI, B., KRUSHINSKY, D., VAN WOENSEL, T., REIJERS, H.., juin 2016, « The Share-a-Ride problem with stochastic travel times and stochastic delivery locations », *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*.

LIU, H., HIRAYAMA, T., & WATANABE, M., 2021, "Importance of Instruction for Pedestrian-Automated Driving Vehicle Interaction with an External Human Machine Interface: Effects on Pedestrians' Situation Awareness, Trust, Perceived Risks and Decision Making", in *2021 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, pp. 748-754.

LIU, N., BELDAD, A., 2022, "A Systematic Review of the Factors Influencing the Acceptance of an Autonomous Bus", *Social Science Research Network*, http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4016312.

MADIGAN, R., LOUW, T., DZIENNUS, M., GRAINDORGE T., ORTEGA, E., GRAINDORGE, M., MERAT, N., 2016, "Acceptance of Automated Road Transport Systems (ARTS): An Adaptation of the UTAUT Model", *Transportation Research Procedia*, 14, pp. 2217-2226.

MARSHALL, R., GYI, D. E., CASE, K., PORTER, J. M., SIMS, R. E., SUMMERSKILL, S. J., & DAVIS, P. (2009,). "A design ergonomics approach to accessibility and user needs in transport", in BUST, P. D. (ed), 2009, *Contemporary Ergonomics 2009: Proceedings of the International Conference on Contemporary Ergonomics,* pp. 51-60.

MARTELARO, N. et al., 2022, « How to Make Sense of Bus Transit Automation? », *Traffic 21 - Carnegie Mellon University,* p. 20.

MÉTAYER, N., COEUGNET, S., 2021, "Improving the experience in the pedestrian's interaction with an autonomous vehicle. An ergonomic comparison of external HMI", *Applied Ergonomics*, 96, pp. 2-3.

MILLARD-BALL A., 2016, "Pedestrians, Autonomous Vehicles, and Cities," *Journal of Planning Education and Research*, 38, 1, pp. 6–12.

MOLLES, A., 1992, « Vers une psycho-géographie », dans *Encyclopédie de géographie*, Paris : Economica, pp. 159-18.

MONÉGER, F., 2018, *Conception d'un service de transport par navettes autonomes acceptable et sécurisé : approche ergonomique par l'analyse des expériences vécues et des valeurs en acte*, Thèses en ligne, [En ligne], https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02066935.

MOTÁK, L., NEUVILLE, E., CHAMBRES, P., MARMOITON, F., MONÉGER, F., COUTAREL, F., & IZAUTE, M., 2017, "Antecedent variables of intentions to use an autonomous shuttle: Moving beyond TAM and TPB?", *European Review of Applied Psychology*, 67(5), pp. 269-278.

MUELLER, A. S., CICCHINO, J. B., CALVANELLI, Jr., J. V., 2022, "Habits, attitudes, and expectations of regular users of partial driving automation systems", Insurance Institute for Highway Safety, https://www.iihs.org/topics/bibliography/ref/2261.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, Engineering, 2014, *Travel Training for Older Adults Part I: A Handbook,* [En ligne], consulté le 5 juillet 2022.

NEMOTO, E., 25/09/2022, "Stakeholder Analysis on the integration of autonomous vehicles in the cities' mobility system", https://h2020-avenue.eu/wp-content/uploads/2020/05/Stakeholder-Analysis_AVENUE-project_20190925.pdf.

NIELSEN, J., 1993, *Usability engineering*, Boston: Academic Press.

OLIVEIRA, L., BURNS, C., LUTON, J., IYER, S., & BIRRELL, S., 2020, "The influence of system transparency on trust: Evaluating interfaces in a highly automated vehicle", *Transportation Research Part F*, 72, p. 293.

OLIVEIRA, L., BURNS, C., LUTON, J., IYER, S., & BIRRELL, S., 2020, art. cit., p. 291.

ORFILA, O., CESTAC, J., DOMMES, A., GRUYER, D., & DELHOMME, P., 2021, « Le véhicule automatisé et les usagers : une question de perception et de confiance », revue TEC, n°251, p. 53.

PARK, C. H., WELCH, E. W., & SRIRAJ, P. S., December 2016, "An integrative theory-driven framework for evaluating travel training programs", *Evaluation and Program Planning*, vol. 59, pp. 7-20.

PATEL, R., ETMINANI-GHASRODASHTI, R., KERMANSHACHI, S., ROSENBERGER, J., & WEINREICH, D., 8 June 2021, *Exploring Preferences Towards Integrating the Autonomous Vehicles with the Current Microtransit Services: A Disability Focus Group Study.*

PIMENTEL, C., ALVELOS, F., 1 Janvier 2018, « Integrated urban freight logistics combining passenger and freight flows – mathematical model proposal », *Transportation Research Procedia*.

PORRU, S., MISSO, F. E., PANI, F. E., & REPETTO, C., 2020, "Smart mobility and public transport: Opportunities and challenges in rural and urban areas". *Journal of traffic and transportation engineering*, 7(1), pp. 88-97.

POUPON, L., PHILIPPS-BERTIN, C., CHAUMON, M. E. B., & KALAMPALIKIS, N. (2013). Première expérience de conduite d'une voiture électrique : l'influence des émotions. *Activités humaines, Technologies et Bien être*, p. 409.

RALPH, P., WAND, Y. (2009). "A proposal for a formal definition of the design concept. In Design requirements engineering: A ten-year perspective". In, K. LYYTINEN et al. (eds.), *Design Requirements Workshop*, LNBIP 14, pp. 103-136.

RANASINGHE, C., SCHNEEGASS, S., HOLLÄNDER, K., JU, W., CURRANO, R., SIRKIN, D. & MOORE, D., 2020, "Autonomous Vehicle-Pedestrian Interaction Across Cultures: Towards Designing Better External Human Machine Interfaces (eHMIs)", CHI '20 Extended Abstracts, April 25–30, Honolulu, HI, USA.

ROBERT, L. P., 2021, "Contextualizing Human-Automated Vehicle Interactions: A Socio-Ecological Framework", *Robotics*, 10, 92, pp. 2-4.

ROCCI, A., 2015, « Comment rompre avec l'habitude ? », *Espace populations sociétés*, Université des Sciences et Technologies de Lille, n° 2015/1-2, [En ligne], consulté le 15 juillet 2022.

ROCCI, A., 2017, « Chapitre 2. Analyse sociologique des freins et leviers au changement de comportement vers des mobilités plus durables », dans FRÈRE, S. et SCARWELL, H.-J. (dir.), *Éco-fiscalité et transport durable : entre prime et taxe ?* Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion, Environnement et société, pp. 83-104, [En ligne], consulté le 15 juillet 2022, http://books.openedition.org/septentrion/15539.

ROMBAUT E., FEYS M., VANOBBERGHEN W., CAUWER C. DE, VANHAVERBEKE L., 2020, "Experience and Acceptance of an Autonomous Shuttle in the Brussels Capital Region," *Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems*, pp. 77–82.

SALONEN, A. O., HAAVISTO, N., 2019, "Towards Autonomous Transportation. Passengers' Experiences, Perceptions and Feelings in a Driverless Shuttle Bus in Finland", *Sustainability*, 11(3), p. 588. https://doi.org/10.3390/su11030588.

SAUER, V., MERTENS, A., GROß, S., HEITLAND, J., & NITSCH, V., 2020, "Designing automated Vehicle interiors for Different Cultures: evidence from China, Germany, and the United States", Ergonomics in Design, pp. 1-7.

SAVELSBERGH, M., VAN WOENSEL, T., mai 2016, « 50th Anniversary Invited Article—City Logistics: Challenges and Opportunities », *Transportation Science,* INFORMS.

SCHWARTZ, S. H., BILSKY, W., (1990), "Toward a theory of the universal content and structure of values: Extensions and cross-cultural replications", *Journal of personality and social psychology, 58*(5), p. 878.

SPITZER, V., WIMMER, M. A., 2021, "Conception of a digital mobility platform for citizens in rural areas", in *14th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, pp. 414-421.

TERRADE, F., PASQUIER, H., REERINCK-BOULANGER, J., GUINGOUAIN, G. & SOMAT, A., 2009, « L'acceptabilité sociale : la prise en compte des déterminants sociaux dans l'analyse de l'acceptabilité des systèmes technologiques », *Le travail humain*, 72(4), p. 384.

TOUAMI, S., 27 novembre 2020, *Véhicules de livraison autonomes. Une solution pour l'avenir ?*, LVMT.

TRENTINI, A., MASSON, R., LEHUÉDÉ, F., MALHÉNÉ, N., PÉTON, O. et TLAHIG, H., août 2012, « A shared " passengers & goods " city logistics system », Dans : *4th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain*.

VAN DER THOLEN, M., BEIRIGO, B., JOVANOVA, J., SCHULTE, F., 2021, « The Share-A-Ride Problem with Integrated Routing and Design Decisions: The Case of Mixed-Purpose Shared Autonomous Vehicles », in MES, M., LALLA-RUIZ, E., VOSS, S. (dir.), *Computational Logistics,* Springer International Publishing.

VAN MELDERT, B., DE BOECK, L., Juin 2016, « Introducing autonomous vehicles in logistics: a review from a broad perspective », *FEB Research Report KBI_1618,* KU Leuven - Faculty of Economics and Business, Leuven (Belgium).

VENKATESH, V., MORRIS, M.G., DAVIS, G.B., & DAVIS, F.D., 2003. "User Acceptance of Information Tehcnology: Toward a Unified View", *MIS Quarterly*, 27, pp. 425–478.

VIAL, S., 2015, « Qu'est-ce que la recherche en design ? Introduction aux sciences du design », *Sciences du Design,* 1, pp. 22-36.

WANG, Y., HESPANHOL, L., WORRAL, S., TOMITSCH, M., septembre 2022, "Pedestrian-Vehicle Interaction in Shared Space: Insights for Autonomous Vehicles", AutomotiveUI '22: Proceedings of the 14th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, p. 330 à 339, https://doi.org/10.1145/3543174.3546838

WU, Z., ZHOU, H., XI, H., & WU, N., 2021, "Analysing public acceptance of autonomous buses based on an extended TAM model", Intelligent Transport Systems, 15(10), pp. 1318-1330, https://doi.org/10.1049/itr2.12100 ; GOLDBACH, C., SICKMANN, J., PITZ, T., & ZIMASA, T., 2022, "Towards autonomous public transportation: Attitudes and intentions of the local population", *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 13, https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100504

ZAHAVI Y., 1974, *Travel time budgets and mobility in urban areas*, Rapport pour le département des Transports des États-Unis et le ministère des Transports de la R.F.A., p. 81.

ZOUINAR, M., CAHOUR, B., 2013, « Activité et expérience vécue : quels liens ? », *Activités humaines, Technologies et Bien-être. Actes du 7ème colloque de psychologie ergonomique, Épique*, p. 71.

conseil & recherche

9, passage Dagorno
75020 Paris

contact@conseil-et-recherche.com
+33 1 83 96 59 01

conseil-et-recherche.com

Contact de la Communauté d'intérêt
Movin'on sur le véhicule autonome :
Nicolas Marescaux
nmarescaux@macif.fr
06 12 71 95 12

VÉHICULE AUTONOME

COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT

MOVIN'ON

PILOTÉE PAR

MACIF

POWERED BY conseil & recherche