© beti - Alpcat Médias



VÉHICULE AUTOMATISÉ

COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT

MOVIN'ON

RAPPORT 2024 / 2025

Les défis du déploiement de la mobilité automatisée
dans les territoires

ANNÉE 5

PILOTÉE PAR

MACIF

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

© 2025 Conseil & Recherche

Auteurs :
Thomas Scapin • C&R
Alix Rouillé • C&R
Alexandru Iacob • C&R
Fatim Rhazi • C&R

Direction Artistique :
Lyan Papoian • C&R

Contacts de la Communauté d'Intérêt
Movin'On sur le Véhicule Automatisé :

Nicolas Marescaux
nmarescaux@macif.fr

Nathalie Irisson
nathalie.irisson@macif.fr

VÉHICULE AUTOMATISÉ

COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT

MOVIN'ON

RAPPORT 2024 / 2025

Les défis du déploiement de la mobilité automatisée
dans les territoires

ANNÉE 5

PILOTÉE PAR

MACIF

beti MOBILITÉ AUTOMATISÉE · BNP PARIBAS CARDIF · FORVIA Inspiring mobility · KANTAR · MAIF · MICHELIN · Microsoft · navya · orange · SNCF · VINCI



1er rang de gauche à droite : F. Rhazi - C&R, G. Buitrago Gámez - C&R, G. Hernja - ECF, P. Chehwan - beti, F. Cuillerier - AMF, N. Irisson - Macif, Y. Arnaud - Macif, I. Rio-Lopes - Kantar, A. Offergeld - Movin'On, C. Beaumont - Maif, T. Scapin - C&R

2ème rang de gauche à droite : B. Beaudet - beti, N. Marescaux - Macif, P.-O. Adrey - Macif, E. Faugère - Maif, M. Ayo Iguendha - Macif, W. Levassor - beti

Conseil d'orientation numéro 6, 25 mai 2023, MAIF, Paris

VÉHICULE AUTOMATISÉ

COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT

MOVIN'ON

PILOTÉE PAR

MACIF

beti MOBILITÉ AUTOMATISÉE

BNP PARIBAS CARDIF

FORVIA Inspiring mobility

KANTAR

MAIF

MICHELIN

navya

Microsoft

orange

SNCF

VINCI

SOMMAIRE



LE CONSEIL D'ORIENTATION **p. 8**

LES ENTREPRISES PARTENAIRES **p.10**

L'ÉQUIPE PROJET **p. 16**

LE CALENDRIER **p. 17**

L'ÉDITORIAL DE YANN ARNAUD **p. 18**

BIENVENUE DANS LE FUTUR **p. 20**

INTRODUCTION - Les défis du déploiement de la mobilité automatisée dans les territoires **p. 24**

CHAPITRE I - Les enjeux du passage à l'échelle des services de mobilité automatisée **p. 44**

Aperçu des déploiements de véhicules automatisés aux États-Unis, en Chine et en France début 2025 p. 46

Enjeux de sécurité des systèmes de transport routier automatisés p. 68

Des enjeux de gouvernance locale au cœur du déploiement d'un service de mobilité automatisée p. 80

CHAPITRE II - Panorama de la préparation des territoires français à la mobilité routière automatisée **p. 94**

Qu'est-ce que l'indice de préparation des territoires ? p. 96

Que nous apprend le panorama sur la préparation des territoires à la mobilité automatisée ? p. 106

Définir des profils d'EPCI pour mieux les accompagner à déployer des navettes automatisées p. 122

CHAPITRE III - Le modèle économique et les externalités socio-environnementales d'un service de mobilité automatisée partagée **p. 136**

Crise de financement des transports publics et perspectives économiques de l'automatisation p. 138

Les externalités socio-environnementales de la mobilité automatisée partagée p. 156

L'évaluation des impacts économiques, sociaux et environnementaux des véhicules automatisés partagés p. 172

CHAPITRE IV - L'acceptabilité des navettes automatisées en territoire rural : premiers retours sur le projet RIMA **p. 184**

L'absence de transports publics dans les territoires ruraux et l'acceptabilité a priori mitigée des navettes automatisées p. 186

Évaluer l'acceptabilité et l'acceptation des navettes automatisées dans le projet RIMA p. 196

Synthèse et analyse des échanges avec les habitants de Crest p. 200

ET MAINTENANT ? - Accompagner le passage à l'échelle des navettes automatisées dans les territoires **p. 218**

REMERCIEMENTS **p. 222**

ACRONYMES **p. 224**

BIBLIOGRAPHIE **p. 226**

CONSEIL D'ORIENTATION

Il regroupe sept grands témoins autour de la problématique du véhicule automatisé 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.



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 automatisé et les défis à relever.



ALEXIS OFFERGELD

Movin'On

Alexis 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.



HENRIETTE CORNET

Experte en mobilité automatisée

Henriette est ingénieure et experte en mobilité urbaine. Docteure de l'Université Technique de Munich (TUM), elle a travaillé dans l'industrie automobile avant de se spécialiser dans les véhicules autonomes. Elle a dirigé une équipe de recherche à Singapour et coordonné le projet européen SHOW, déployant 70 AV dans 15 villes. En 2024, elle a fondé à San Francisco Urban Innovate et pulsur, une startup exploitant l'IA pour aider les agences de transport public. Elle est également experte senior en réglementation des véhicules autonomes pour la Commission Européenne et enseigne à l'Université de San Francisco.

✦

CONSEIL D'ORIENTATION



GÉRARD HERNJA

École de Conduite Française

Gérard est docteur en Sciences de l'Éducation. Chercheur associé au Laboratoire Interrégional des Sciences de l'Éducation et de la Communication (LISEC Lorraine), il a mené, entre 2005 et 2014, différentes recherches en lien avec l'éducation routière et l'évolution par l'éducation des comportements de conduite. Il est actuellement chargé de recherche pédagogique à l'École de Conduite Française. Gérard est membre de l'association ALEARISK et a pu, à ce titre, mener diverses réflexions sur le développement du véhicule automatisé et sur son acceptabilité. Il est également membre du Conseil Scientifique du Laboratoire de la Mobilité Inclusive.



FRANCIS DEMOZ

Délégué général du Laboratoire de la Mobilité inclusive

Journaliste de formation, Francis est un expert des problématiques de mobilité. Il a notamment été rédacteur en chef de la revue technique et scientifique TEC Mobilité intelligente (2015-2020). En parallèle de sa carrière de journaliste, il a accompagné en conseil, depuis une dizaine d'années, diverses entreprises et institutions sur la question des mutations des mobilités. Il a publié aux éditions Nouveau Monde, *Les Défis du futur – regards croisés sur nos mutations industrielles* (2013) et *La voiture de demain – la révolution automobile a commencé* (2010).



FRÉDÉRIC CUILLERIER

Association des Maires de France

Maire de la commune de Saint-Ay dans le Loiret, Frédéric co-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 automatisé dans ces derniers.

ENTREPRISES PARTENAIRES

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



BENJAMIN BEAUDET

Directeur général de beti

Benjamin 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 automatisés en zone rurale.



PIERRE CHEHWAN

Directeur de la croissance et des affaires externes de beti

Pierre occupe le poste de directeur de la croissance et des affaires externes chez beti. Sa mission est de soutenir le développement commerciale et de renforcer les relations avec les institutions, les gouvernements et les écosystèmes de mobilité. Avec 28 ans d'expérience dans les technologies en hyper-croissance au sein d'entreprises pionnières, il a travaillé dans des startups et dans des organisations internationales. Avant de rejoindre beti, Pierre a notamment dirigé les relations gouvernementales du pionnier de la mobilité automatisée Navya et le partenariat stratégique d'ALEIA, pionnier de l'intelligence artificielle.



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.

ENTREPRISES PARTENAIRES

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).

KANTAR



ISABELLE RIO-LOPES

Directrice du secteur Mobilité

Isabelle est directrice du secteur Mobilité chez 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



NICOLAS MARESCAUX

Directeur Influence, Ecosystèmes et Prospective

L'évolution est un fait, la transformation est un état d'esprit. Nicolas est Directeur Influence, Ecosystèmes et Prospective 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.



NATHALIE IRISSON

Responsable de missions pour la Direction Réponses Besoins Sociétaires & Innovation

Diplômée de Sciences-Po Bordeaux et titulaire du DESS "Communication politique et sociale" de Paris I Panthéon Sorbonne, Nathalie a travaillé pour différentes collectivités locales, avant de rejoindre le secteur de l'assurance. Au sein de France Assureurs, elle a été secrétaire générale de l'association Assurance Prévention et responsable de la communication grand public. Passionnée par les enjeux sociétaux et territoriaux de la mobilité, elle a rejoint en 2022 la Direction Réponses Besoins Sociétaires & Innovation de la Macif.



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.

ENTREPRISES PARTENAIRES



PHILIPPE MANSUY

Movin'On Community Manager

Diplômé de l'École Normale Supérieure de Cachan avec une agrégation en mécanique, Philippe a soutenu une thèse en mécanique des milieux géophysiques au Laboratoire de Glaciologie de Grenoble en 2001. Il a rejoint Michelin la même année et a travaillé sur la compréhension et à l'amélioration des performances des pneumatiques. Il occupe actuellement un rôle transversal dans l'exploration stratégique, opérant à l'intersection de la technique, du marketing et de la prospective.



ENERIC LOPEZ

AI National Initiative & Social Impact Director

Eneric, ingénieur en Sciences Numériques de formation, a 20 ans d'expérience dans les domaines de l'IT dans des activités aussi bien commerciale, opérationnelle et marketing. Chez Microsoft depuis 2008, il est aujourd'hui à la tête de la stratégie et des initiatives sur l'Intelligence Artificielle pour la France ainsi que des populations Développeurs.



BASILE DUBARRY DE LASSALE

Global Account Executive

Basile est Global Account Executive chez Microsoft France depuis août 2021. Avant de rejoindre Microsoft, il a acquis une expérience significative au sein de grandes entreprises telles que Renault et Michelin. Basile possède une expertise remarquable dans la gestion de comptes, le conseil en vente et le marketing.

ENTREPRISES PARTENAIRES



ADAM ADWAN

Product Design and Program Management Director

Adam est directeur de l'Innovation et du Développement avec plus de 25 ans d'expérience dans le secteur automobile dont une expérience approfondie de 17 ans dans les technologies d'assistance avancée à la conduite (ADAS) et les technologies de véhicules autonomes (VA). Il a également occupé plusieurs postes de direction dans le secteur de l'automobile et notamment chez Faurecia, PSA Peugeot Citroën et Jaguar Land Rover.



CÉDRIC SEUREAU

Research Program Manager on Sustainable Mobility Solutions

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 de projets de recherche qui explorent les solutions et les services de mobilité de demain pour des villes et des territoires plus agréables et durables.



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.

ENTREPRISES PARTENAIRES



PIERRE DELAIGUE

Directeur des projets de mobilité autonome, connectée et électrique

Pierre 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 aux Etats-Unis. Il rejoint Renault en 2007 et y occupe pendant 10 ans plusieurs fonctions, en France et aux Etats-Unis. Il intègre le groupe Vinci en 2018 avec pour objectif principal de faire valoir le rôle des infrastructures dans le déploiement de la mobilité autonome.



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 une 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 automatisé 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.

L'ÉQUIPE PROJET



THOMAS SCAPIN

Directeur de la Recherche

Docteur en science politique (Sciences Po Lyon), Thomas est directeur de la recherche au sein de Conseil & Recherche. Il accompagne des projets sur la mobilité, l'innovation sociale et territoriale ainsi que les mutations du travail.



FATIM RHAZI

Chercheuse en Sciences de gestion

Titulaire d'un doctorat en Sciences de gestion de l'Université Paris-Panthéon-Assas, Fatim a conduit des travaux en management public et gestion des ressources humaines. Elle a développé des compétences d'enquêtes quantitatives et qualitatives.



MOUSTAFA BENBERRAH

Chercheur en Science politique

Titulaire d'un doctorat en Science politique de l'Université de Paris I Panthéon-Sorbonne, Moustafa s'est intéressé à l'internationalisation des entreprises chinoises de BTPH ainsi qu'aux mutations induites par ce phénomène.



ALIX ROUILLÉ

Chercheur en Sciences Comportementales

Titulaire d'un doctorat en Sciences économiques à l'Université Paris-Saclay, Alix a conduit des travaux en sciences comportementales et plus particulièrement sur la théorie du nudge. Spécialisé dans l'identification de facteurs qui influencent le comportement humain, il met au service ses connaissances pour travailler sur les projets de transition écologique.



ALEXANDRU IACOB

Chercheur en Sciences de gestion

Membre du Laboratoire de recherche en sciences de gestion Paris-Panthéon-Assas (LARGEPA), Alexandru s'intéresse au rôle des acteurs publics et privés dans le déploiement et l'adoption des véhicules routiers automatisés, en particulier dans le secteur du transport public de personnes.



LYAN PAPOIAN

Graphiste

Lyan Papoian est graphiste et webdesigner, diplômé en Design graphique print et web, avec plus de 10 ans d'expérience. Il a collaboré avec des grands groupes du secteur privé ainsi qu'avec des organismes publics. Il met son savoir-faire au service de la traduction graphique des projets de conseil et de recherche.

LE CALENDRIER DES TEMPS FORTS DE LA COMMUNAUTÉ

Atelier

25 AVRIL
L'évaluation socioéconomique et le business model d'un service de mobilité automatisée partagé

30 MAI
Quel consentement à payer pour un service de mobilité automatisée et quelles perspectives de marché pour les robots-taxis aux États-Unis ?

20 JUIN
Le développement de la mobilité automatisée en Chine. Retour sur la LEX Vinci-Védécom

10 JUILLET
Le financement du transport public automatisé

25 SEPTEMBRE
Prévention des risques routiers et sécurité d'un système de transport automatisé

24 OCTOBRE
Les territoires face aux défis du déploiement d'une navette automatisée

Newsletters

22 AVRIL
Newsletter 30

23 MAI
Newsletter 31

17 JUIN
Newsletter 32

8 JUILLET
Newsletter 33

23 SEPTEMBRE
Newsletter 34

22 OCTOBRE
Newsletter 35

AVRIL 2025
Rapport et livret de synthèse

Événements

14 MAI
Séminaire DGITM « Accompagnement des collectivités » – Paris La Défense

30-31 MAI
Autonomous Mobility Day Conference – Crest

29 JUILLET - 1er AOÛT
Automated Road Transportation symposium – San Diego (États-Unis)

1er- 3 OCTOBRE
European Mobility Expo – Strasbourg

6-7 NOVEMBRE
Movin'On Summit – Bruxelles (Belgique)

19-21 NOVEMBRE
Salon des Maires et des Collectivités Locales – Paris Porte de Versailles

3 DÉCEMBRE
Symposium national «Les usages de la mobilité routière automatisée et connectée et leur sécurité» – Paris La Défense

21-22 JANVIER 2025
Congrès ATEC ITS France – Paris Montrouge

Réunions de pilotage

7 FÉVRIER
Conseil d'orientation n°7

26 NOVEMBRE
Conseil d'orientation n°8

18 MARS 2025
4e Rencontre des dirigeants des entreprises de la CIVA

L'ÉDITORIAL


ULE AUTOMATISÉ
UNAUTÉ D'INTÉRÊT
MOVINTON
atisée à la croisée
2 octobre 2024
Yann Arnaud
e la Communauté d'Intérêt sur le Véhicule Automatisé
oins Sociétaires & Innovation de la Macif
Microsoft
nouvo
SNCF
EUROPEA
MOBILITY
EXPO



YANN ARNAUD

PRÉSIDENT DU CONSEIL D'ORIENTATION DE LA CIVA

« En 2035, l'usage de la navette automatisée s'est généralisé. Elle permet de désenclaver les zones rurales et péri-urbaines, d'accélérer la transition écologique et de répondre au défi du vieillissement démographique en offrant aux seniors qui ne peuvent plus conduire une solution pour conserver mobilité et autonomie ».

C'est pour faire advenir cette vision d'une mobilité du futur rendue plus durable et plus inclusive pour les habitants des territoires peu denses que la Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé (CIVA) se mobilise depuis son lancement en 2020. Développant un regard à la fois scientifique et opérationnel, elle regroupe douze entreprises majeures : beti, BNP Paribas Cardif, Forvia, Kantar, Macif, MAIF, Navya, Michelin, Microsoft, Orange, SNCF et Vinci. Elle s'appuie également sur un Conseil d'orientation composé d'experts, de chercheurs et d'élus.

Ses travaux ont permis de démontrer la pertinence de l'idée de déployer des navettes automatisées dans les territoires ruraux et périurbains. Ils ont également souligné l'importance d'accompagner les collectivités locales dans la mise en place de ces nouveaux services de mobilité. L'État a réaffirmé cette priorité dans les actualisations successives de sa stratégie nationale sur le développement de la mobilité routière automatisée et connectée portée par Anne-Marie Idrac.

Alors que l'exploitation de services commerciaux de robots-taxis commencent à passer à l'échelle aux États-Unis et en Chine, l'Europe est en retard dans le déploiement des véhicules automatisés. L'année 2025 va néanmoins être marquée par une accélération sur le vieux continent des navettes circulant sans opérateur à bord, notamment en Allemagne et en Suisse, mais aussi en France. Le déploiement par beti, la Macif, Renault Group et WeRide de navettes automatisées à haut niveau de service, sur le parc d'activités de Rovaltain à la gare de Valence TGV dans la Drôme depuis mars, est une étape importante.

Dans ce contexte, le contenu de ce cinquième rapport de la CIVA montre à quel point ses travaux demeurent précurseurs et utiles. Le panorama réalisé en 2024 sur la préparation des intercommunalités françaises à la mobilité routière automatisée est une contribution inédite et originale à cet effort plus que jamais nécessaire d'accompagnement des territoires au déploiement de navettes et de bus sans conducteur.

Les résultats sont encourageants puisqu'ils soulignent que des conditions favorables à la mobilité routière automatisée sont déjà présentes partout en France. Toutefois, ils font ressortir des connaissances très faibles sur le sujet parmi les communautés de communes rurales et périurbaines. Ce sont pourtant elles qui ont le plus grand intérêt pour les véhicules automatisés partagés étant donné leurs forts besoins en transport public.

Ce constat sur la préparation actuelle des intercommunalités oblige à une forme de prudence. Malgré l'ambition des acteurs de l'écosystème et l'enthousiasme de certains élus locaux de voir enfin circuler des navettes automatisées dans les territoires, les défis de leur déploiement à grande échelle sont encore à éprouver, comme le montrent les différents chapitres du rapport.

La CIVA continuera ainsi à participer en 2025 aux efforts pour encourager le développement de services de transport automatisés partagés et collectifs qui soient sécurisés, économiquement viables et de qualité afin de répondre aux besoins de mobilité des habitants de tous les territoires.

Bonne lecture.


© beti - Alpcat Médias
beti MOBILITÉ AUTOMATISÉE
MACIF
WeRide

BIENVENUE DANS LE FUTUR

Une mobilité automatisée au service des territoires

Imaginez un territoire rural où les déplacements ne seraient plus un défi quotidien, où chacun, indépendamment de son âge ou de ses capacités physiques, aurait accès à un transport sûr, fiable et écologique. C'est précisément la promesse portée par les véhicules automatisés : permettre à tous les habitants, même dans les territoires les moins desservis, d'accéder facilement à l'emploi, l'éducation, les soins ou les loisirs.

Depuis 2020, la Communauté d'Intérêt Véhicules Automatisés (CIVA) rassemble des acteurs majeurs de la mobilité et de l'innovation autour d'une vision commune : faire des navettes automatisées une solution concrète pour désenclaver les zones rurales et périurbaines. Aujourd'hui, en 2025, cette ambition « mobilité pour tous, autonomie pour tous » se rapproche chaque jour un peu plus de la réalité.

Ce cinquième rapport annuel présente les résultats inédits obtenus par la CIVA et ses partenaires dans leur mission d'accompagner les territoires vers la mobilité automatisée. Au fil de ces pages, vous découvrirez :

- Les défis et opportunités du passage à l'échelle de services de transport automatisés, en France et à l'international.
- Une analyse détaillée du niveau actuel de préparation des territoires français et les actions concrètes pour accélérer leur transition.
- Les perspectives économiques et sociales offertes par les navettes automatisées, ainsi que leur potentiel en matière de développement durable.
- L'expérience des habitants face à ces nouveaux modes de transport et les facteurs essentiels à leur adoption et à leur succès.

Ce rapport s'adresse autant aux experts qu'aux acteurs locaux qui souhaitent comprendre et anticiper la révolution de la mobilité automatisée. Il s'agit à la fois d'une synthèse des enseignements acquis et d'un appel à l'action pour poursuivre, ensemble, la construction d'une mobilité durable et inclusive au bénéfice de tous les territoires.

BIENVENUE DANS LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE



INTRODUCTION

LES DÉFIS DU DÉPLOIEMENT DE LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE DANS LES TERRITOIRES

PRÉSENTATION DE LA COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT SUR LE VÉHICULE AUTOMATISÉ (CIVA)

Une initiative de la Macif, au sein de l'écosystème Movin'On

L'automatisation et la connectivité croissantes des véhicules peuvent-elles être mises au service d'une mobilité durable et inclusive, en particulier dans les territoires ruraux et périurbains ? La Macif a tenu à confronter et à creuser cette intuition avec d'autres acteurs de la mobilité. Ainsi, elle a créé en 2019 une Communauté d'intérêt dédiée à ce sujet au sein de Movin'On.

Créé par Michelin en 2017, Movin'On est le premier écosystème mondial d'anticipation stratégique et de co-innovation en faveur de la mobilité durable. Indépendant et sans but lucratif, il fédère petits et grands acteurs de la mobilité, publics et privés, collectifs et individuels pour bâtir les solutions de transport de demain.

Douze entreprises membres, soutenues par un Conseil d'orientation

La Communauté d'Intérêt sur le Véhicule Automatisé (CIVA) regroupe 12 entreprises de différents secteurs, qui travaillent ensemble dans une démarche d'*open innovation* pour favoriser une approche globale du potentiel sociétal du véhicule automatisé :



RAPPEL SUR L'AUTOMATISATION DE LA CONDUITE ET LES VÉHICULES AUTOMATISÉS

Qu'est-ce qu'un véhicule automatisé ?

Un véhicule automatisé est capable de se déplacer sans l'intervention d'un conducteur. Il peut circuler dans le trafic et prendre des décisions adaptées aux événements routiers.

Il est équipé de capteurs (caméras, radars, lidars) et d'un **système de conduite automatisé qui exerce « un contrôle dynamique du véhicule de façon prolongée**, c'est-à-dire des fonctions opérationnelles et tactiques en temps réel de déplacement du véhicule, latéral et longitudinal, de surveillance de l'environnement routier, de réaction aux événements, etc. »[1].

Il existe différents niveaux d'automatisation de la conduite définis par la SAE (voir page ci-contre) et reconnus dans le cadre réglementaire français :

- **Véhicule partiellement automatisé (niveau 3)** : le système de conduite automatisé doit effectuer une demande de reprise en main pour répondre à certains aléas de circulation ou défaillances pendant une manœuvre effectuée dans son domaine de conception fonctionnelle.
- **Véhicule hautement automatisé (niveau 4)** : le système de conduite automatisé peut répondre à tout aléa de circulation ou défaillance, sans exercer de demande de reprise en main pendant une manœuvre effectuée dans son domaine de conception fonctionnelle.
- **Véhicule totalement automatisé (niveau 5)** : le système de conduite automatisé peut répondre à tout aléa de circulation ou défaillance, sans exercer de demande de reprise en main pendant une manœuvre effectuée dans son domaine de conception fonctionnelle, et est intégré à un système de transport routier automatisé.

Outre les niveaux d'automatisation, on peut distinguer différents types de véhicules automatisés, par exemple : une voiture individuelle automatisée, un robot-taxi, une navette ou un bus automatisé.







Qu'est-ce qu'une navette automatisée ?

Une navette automatisée est un véhicule partagé sans chauffeur, qui est connecté afin de pouvoir être supervisé à distance, à moteur électrique et avec une capacité d'environ 10 places. Elle est conçue pour transporter plusieurs passagers simultanément sur des trajets de courte et moyenne distance. Elle contribue ainsi à réduire les émissions de CO_2, à améliorer la sécurité routière et à fournir un service de mobilité accessible à tous.

Qu'est-ce que l'intervention à distance, communément appelée supervision ou hypervision ?

Selon le cadre réglementaire français en vigueur, il s'agit d'une action exercée depuis l'extérieur du véhicule aux fins :

- d'activer ou de désactiver le système de conduite automatisé ;
- de donner l'instruction d'effectuer, modifier, interrompre une manœuvre, ou d'acquitter des manœuvres proposées par le système ;
- de donner instruction au système de navigation opérant sur le système de conduite automatisé de choisir ou de modifier la planification d'un itinéraire ou des points d'arrêt pour les usagers.

[1] DGITM/DMR/TUD, février 2023, Véhicules et systèmes de transport routiers automatisés : principales définitions réglementaires, Centre de ressources – mobilité routière automatisée et connectée, https://urls.fr/mo4_wn.

	NIVEAU 0	NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3	NIVEAU 4	NIVEAU 5
Actions de l'humain dans l'activité de conduite	Le conducteur conduit quelles que soient les assistances à la conduite qui peuvent être activées Une supervision constante de la conduite est requise			Le conducteur ne conduit pas quand ces fonctions sont activées Quand le système l'indique, le conducteur doit reprendre la main	Aucune reprise en main du véhicule n'est nécessaire	
	Fonctions d'assistance à la conduite			***Fonctions d'automatisation de la conduite***		
Actions	Fonctions d'alerte et d'assistance sporadique	Assistance à la conduite pour l'accélération, le freinage ou le braquage		Conduite autonome opérationnelle dans certaines conditions spécifiques		Conduite autonome opérationnelle dans toutes les conditions
Exemples	Freinage automatique d'urgence Avertisseur d'angle mort Avertisseur de maintien dans la voie	Maintien dans la voie OU Régulateur de vitesse	Maintien dans la voie ET Régulateur de vitesse	Conduite déléguée sur autoroute, dans les embouteillages (Tesla, Honda Legend, etc.)	Navettes (Navya, EasyMile, etc.) Robots taxis (Waymo, Cruise, etc.)	

SAE J3016™ - *Levels of driving automation*



Un Conseil d'orientation impulse et guide les travaux de la Communauté. Il est composé des initiateurs du projet (Yann Arnaud – Macif, Alexis Offergeld – Movin'On LAB), de chercheurs et d'experts (Henriette Cornet – Université de San Francisco, Francis Demoz – Laboratoire de la Mobilité Inclusive, Gérard Hernja – École de Conduite Française) et d'acteur politique (Frédéric Cuillerier – maire de Saint-Ay (Loiret) et coprésident de la commission « Transports, mobilités, voierie » de l'Association des Maires de France).

Une conviction partagée : la mobilité routière automatisée au service de tous les territoires

La Communauté se concentre depuis sa création sur un modèle spécifique, le déploiement de navettes automatisées qui pourrait permettre de désenclaver les zones rurales et périurbaines, d'accélérer la transition écologique et de faciliter la mobilité des populations pour un meilleur accès à l'emploi, l'éducation, la santé, les loisirs… L'objectif de ses entreprises est ainsi de favoriser l'émergence d'une mobilité plus durable et inclusive, à la fois socialement et territorialement, en se mobilisant autour d'un axe fort :

MOBILITÉ POUR TOUS, AUTONOMIE POUR TOUS

***VIA* LE VÉHICULE AUTOMATISÉ PARTAGÉ,**

DANS LES TERRITOIRES RURAUX & PÉRIURBAINS



1er rang de gauche à droite : A. Offergeld - Movin'On, N. Irisson - Macif, G. Buitrago Gamez - C&R, P. Dalicier - Vinci Construction, A. Adwan - Navya, G. Hernja - ECF, I. Rio-Lopes - Kantar, Y. Arnaud - Macif. 2e rang de gauche à droite : F. Rhazi - C&R, T. Scapin, C&R, N. Marescaux - Macif, P. Mansuy - Michelin, B. Beaudet - beti, H. Thillier - BNP Cardif. Conseil d'orientation numéro 7, 7 février 2024, Michelin, Paris

DEUX CYCLES DE TRAVAIL SUCCESSIFS POUR LA COMMUNAUTÉ

Un premier cycle réussi (2020-2022)

La Communauté a réalisé un premier cycle de travail de 2020 à 2022 grâce auquel elle s'est imposée comme un acteur clé de la réflexion sur les usages de véhicules hautement automatisés et leur déploiement dans les territoires ruraux et périurbains.

Ses enquêtes inédites, dont celle sur l'acceptabilité des élus locaux en 2021, ont contribué aux différentes actualisations de la stratégie nationale du gouvernement. Elles ont en effet souligné l'importance d'accompagner les collectivités territoriales dans le déploiement de la mobilité routière automatisée et connectée.

Un nouveau cycle ambitieux (2023-2025)

Encouragée par la reconnaissance de l'utilité de ses productions, la CIVA a engagé en 2023 un nouveau cycle triennal de travaux. Il poursuit quatre grands objectifs :

- développer un modèle global et réplicable pour le déploiement de systèmes de transports routiers automatisés en territoire rural et périurbain ;
- 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, en capitalisant sur les projets réalisés en France, en Europe et dans le monde ;
- contribuer activement à la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée, en nourrissant le bien commun grâce à la réalisation d'enquêtes inédites.



2023
Préparer un modèle global de déploiement et d'exploitation



2024
Tester empiriquement



2025
Répliquer

La contribution au pilote de service RIMA

En plus de ses propres activités, la Communauté contribue au projet de Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA). Lauréat du 4e Programme d'Investissement d'Avenir – France 2030, ce pilote de service est porté par quatre de ses entreprises membres : beti, Macif, Navya et SVMS, filiale de Vinci Construction en France.

L'ambition de RIMA est de tester un service innovant de transport en commun en zone rurale à travers le déploiement et la mise en réseau de sept navettes automatisées partagées, dont certaines sans opérateur à bord, sur la ville de Crest et la Communauté de communes du Val de Drôme dans la Drôme (26).

Le Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA)

UN PROJET INNOVANT

- Des navettes automatisées dont certaines sans opérateur à bord (niveau 4)
- Des navettes automatisées pour le transport de passagers et de marchandises
- Une infrastructure frugale pour assurer une couverture de zone
- Une évaluation du coût et des apports pour une zone rurale
- Une étude de l'acceptabilité et de l'inscription dans le territoire

ÉLÉMENTS CLÉS

Lieu du projet
Crest - Val de Drôme (26)

Durée du projet
24 mois

Lauréat du 4e programme d'investissement d'avenir (France 2030)

beti, filiale du groupe Bertolami, opérateur local de mobilités qui exploite les navettes et organise leur mise à disposition des usagers

Navya, fournisseur de véhicules et de systèmes de conduite automatisée

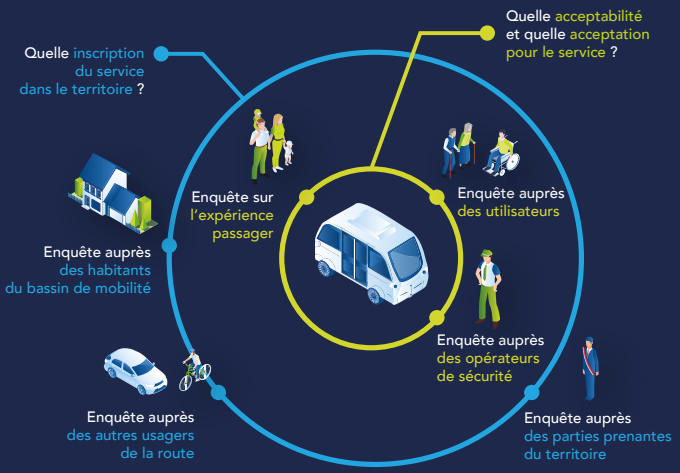
SVMS, filiale de Vinci Construction en France, créateur des infrastructures routières nécessaires au roulage des navettes

MACIF, assureur des navettes et organisateur des enquêtes d'acceptabilité et d'inscription dans le territoire

Conseil & Recherche, agence de recherche indépendante chargée de recueillir les besoins et les avis des habitants, des passagers et des acteurs du territoire

UN NOUVEAU MOYEN DE TRANSPORT AU SERVICE DES HABITANTS

1. Une desserte de lieux d'intérêt du territoire (écosite / gare / hôpital…)
2. Un service quotidien et gratuit
3. Une mobilité accessible à tous (personnes âgées, handicapées, jeunes, actifs…)



LES TRAVAUX DE LA CIVA EN 2024

Appréhender empiriquement le déploiement de la mobilité automatisée dans les territoires

Les activités se sont inscrites dans la continuité directe des travaux de l'année précédente autour de la préparation d'un modèle global et réplicable de déploiement d'un service de mobilité routière automatisée, partagé ou collectif, en zone rurale et périurbaine. Pour rappel, la Communauté avait élaboré en 2023 deux modèles complémentaires :

1. un index pour évaluer la maturité des intercommunalités françaises à mettre en place des véhicules automatisés partagés, tels que des navettes et des bus sans conducteur ;
2. un modèle holistique pour appréhender toutes les dimensions de l'exploitation d'un tel service à travers l'analyse du macro-environnement du marché, de l'écosystème d'affaires et du canevas de modèle d'affaires (*business model canvas*).

Les travaux menés cette année ont cherché à aller un cran plus loin en se concentrant sur l'appréhension des enjeux concrets qui se posent pour déployer et exploiter une navette ou un bus automatisé dans les territoires. Que ce soit à travers ses ateliers ou ses enquêtes, la Communauté a cherché à apporter des réponses aux questions suivantes sur les verrous à lever pour y parvenir :

- **la sécurité** : quels sont les risques de la mobilité automatisée pour la sécurité routière ? Comment garantir la sécurité d'un système de transport routier automatisé sans opérateur à bord ?
- **la réglementation** : comment la réglementation influence-t-elle les stratégies d'innovation des entreprises ? Dans quelle mesure le cadre réglementaire favorise-t-il le déploiement de services commerciaux de véhicules automatisés ?
- **le modèle économique et les externalités sociales et environnementales** : quels sont les coûts et les bénéfices économiques à attendre des véhicules automatisés partagés, à quelles conditions et selon quel ordre de grandeur ? Quelles sont les externalités sociales et environnementales de ces services de mobilité et comment les mesurer ?
- **l'accompagnement des collectivités territoriales** : quels sont les freins et les leviers au déploiement de navettes automatisées dans les territoires ruraux et périurbains ? Comment encourager l'adoption de ces services innovants de mobilité par les collectivités locales ? Comment les accompagner au mieux en fonction de leurs particularités et de leurs besoins ?
- **l'acceptabilité et l'acceptation par la population** : quelles sont les attentes des potentiels usagers vis-à-vis des services de transport public automatisés ? Quels sont les aspects centraux à prendre en compte pour l'exploitation d'un service sans opérateur à bord ?

Dans ce but, la Communauté a articulé ses travaux autour de trois grands axes :

1. **réaliser un panorama global de la préparation des intercommunalités partout en France** à déployer des navettes et des bus automatisés ;
2. **compléter le modèle d'affaires d'un service de mobilité automatisée** en prenant en compte les aspects sociaux et environnementaux et les retours d'opérateurs de transport ;
3. **analyser l'acceptabilité a priori des parties prenantes du dispositif Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA)** déployé sur le territoire de Crest et du Val de Drôme.

Les défis du passage de l'expérimentation au déploiement

Les échanges menés en 2024 au sein de la CIVA et avec l'écosystème français (administrations, industriels, territoires, chercheurs, experts, etc.) ont mis en lumière **la phase actuelle de transition entre l'expérimentation et le déploiement dans laquelle se trouve la mobilité routière automatisée en France.**

Le symposium[2] national organisé le 3 décembre par la DGITM[3] sur les usages et la sécurité de cette dernière a permis de dresser un état de l'avancement du secteur à date dans le pays, et dans une moindre mesure en Europe et à l'international. Les interventions ont mis en exergue les principaux défis qui sont encore à résoudre pour permettre le développement commercial de services de mobilité routière automatisée sans opérateur à bord.

D'un point de vue technique d'abord, la sécurité d'un système de transport routier automatisé (STRA) reste à démontrer dans les faits. Si le cadre réglementaire et les procédures ont été mis en place par l'État en concertation avec les filières industrielles, la prochaine étape concerne leur validation en condition réelle. Des enjeux persistent également autour de l'intervention à distance et des besoins en matière de connectivité

Outre ces aspects, le déploiement de services de transport public automatisés nécessite d'aborder les incertitudes et les défis non techniques qui demeurent concernant :

- **l'harmonisation réglementaire** aux niveaux national, européen et international sur l'homologation des véhicules, la sécurité des systèmes et les conditions de leur déploiement ;
- **le marché adressable et les cas d'usage pertinents** (nouveaux services ou automatisation des lignes de transport public existantes en zones urbaines, périurbaines ou rurales, sur sites privés ou routes ouvertes, etc.) ;
- **la gestion par les opérateurs de la supervision à distance** en termes de coûts, de nouvelles compétences nécessaires pour l'exploitation, l'entretien et la maintenance des véhicules, et de mutualisation des services, des équipements et des équipes d'intervention ;
- **l'accompagnement des collectivités territoriales** sur le financement du matériel roulant, notamment celles qui sont déjà passées à des flottes de véhicules électriques, et la projection dans l'expérimentation ou le déploiement d'un service de mobilité automatisée ;

[2] Voir le programme et les présentations des intervenants disponibles sur le site du ministère à https://urls.fr/bbYzSP..

[3] Direction générale des Infrastructures, des Transports et des Mobilités du ministère des Transports.

- **l'acceptabilité et l'expérience usager en l'absence d'humain** dans le véhicule afin de lever les craintes des utilisateurs, en particulier parmi les personnes fragiles (âgées, en situation de handicap, etc.) ou non habituées à utiliser les transports en commun ;

- **l'animation de la coopération public-privé** pour partager les enseignements tirés des expérimentations et enrichir le bien commun en vue d'une meilleure sensibilisation et information des collectivités locales qui souhaitent déployer.

Des réponses commencent à être apportées sur ces différents volets par la CIVA et les acteurs de l'écosystème français, comme expliqué plus en détail dans les différents chapitres du rapport.



> ***Si demain, le véhicule automatisé permet de redonner de la mobilité à ceux qui en sont privés, de faire circuler les biens, de moins peser sur l'environnement et de recréer des liens entre le rural et l'urbain, alors ce sera une réelle avancée pour la société. Notre panorama du niveau de préparation des territoires à la mobilité automatisée montre qu'il reste un véritable effort de pédagogie et d'accompagnement à poursuivre. Relever ce défi ne sera possible que grâce à l'intelligence collective et à l'appui d'acteurs privés et publics pour accompagner chaque élu dans cette transition.***
>
> *Yann Arnaud,*
> *président du Conseil d'Orientation de la Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé*



De gauche à droite : B. Ayral - ville de Sainte-Soulle / CA La Rochelle, A. El Khaledi - ville de St Fulgent des Ormes / CC Collines du Perche Normand, S. Karcher - ville de Crest, X. Delache - DGITM, A-M. Idrac, Haute Responsable pour la stratégie nationale sur la mobilité routière automatisée et connectée. Symposium National DGITM, 3 décembre 2024, La Défense

PLAN DU RAPPORT

Ce rapport rend compte de l'ensemble des travaux réalisés en 2024, aussi bien des ateliers organisés avec des intervenants extérieurs que des enquêtes menées avec ses entreprises membres. Il se structure en quatre grands chapitres permettant d'aborder en profondeur les résultats sur les grandes thématiques étudiées par la Communauté, à savoir :

Chapitre 1 : les enjeux du passage à l'échelle des services de mobilité automatisée

Ce premier chapitre analyse les enjeux du passage à l'échelle de services de mobilité automatisée. S'appuyant sur les échanges lors de plusieurs ateliers, il donne un aperçu des déploiements de véhicules automatisés dans le monde début 2025 en comparant les situations aux États-Unis, en Chine et en France. Il examine ensuite les enjeux liés à la validation et la démonstration de la sécurité de systèmes de transport routier automatisés. Il étudie enfin les enjeux de gouvernance locale qui se posent pour déployer des services réguliers de mobilité automatisée dans les territoires.

Chapitre 2 : panorama de la préparation des territoires français à la mobilité routière automatisée

Le deuxième chapitre porte sur le panorama réalisé par la CIVA en 2024 sur la préparation des territoires français au déploiement de véhicules automatisés partagés. Il revient en premier lieu sur l'indice de préparation en tant qu'outil d'évaluation qui cible les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI). Les principaux résultats de ce panorama sur la préparation des intercommunalités françaises à la mobilité automatisée sont présentés et discutés en deuxième lieu. Le chapitre se concentre en troisième et dernier lieu sur la définition de quatre profils types d'EPCI (les « indifférents », les « novices », les « contraints » et les « impliqués ») permettant de proposer des pistes d'action adaptées pour les accompagner dans le déploiement de navettes et de bus automatisés.

Chapitre 3 : le modèle économique et les externalités socio-environnementales d'un service de mobilité automatisée partagée

Le troisième chapitre se concentre sur les enjeux économiques, sociaux et environnementaux de la mobilité routière automatisée. Il rappelle d'abord la crise de financement des transports publics en France et étudie les perspectives économiques ouvertes par l'automatisation. L'analyse explore ensuite la question des externalités sociales et environnementales de la mobilité automatisée et propose un nouveau canevas de modèle d'affaires durable pour un opérateur de navettes et de bus sans conducteur. Enfin, le chapitre revient sur les évaluations socio-économiques et de du consentement à payer réalisées dans le cadre du projet SAM. Les résultats mettent en exergue que le déploiement de navettes et de bus automatisés est préférable à celui de robots-taxis pour réduire les externalités négatives de la conduite automatisée.

Chapitre 4 : l'acceptabilité des navettes automatisées en territoire rural : premiers retours sur le projet RIMA

Le quatrième chapitre est consacré aux premiers résultats de l'étude d'acceptabilité menée auprès des habitants de Crest dans la Drôme, dans le cadre du projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA). Il revient d'abord sur le contexte général d'un manque très important de transports publics dans les territoires ruraux et de l'acceptabilité a priori mitigée des Français pour des véhicules automatisés sans opérateur à bord. Il présente ensuite la méthode des focus groups couramment utilisée pour évaluer l'acceptabilité dans les expérimentations de navettes automatisées. Il se termine par une synthèse et une analyse des réunions avec les habitants de Crest. Les échanges ont permis de soulever des points importants pour faciliter l'exploitation des navettes automatisées qui seront déployées sur le territoire.

EN UN COUP D'ŒIL

Chapitre 1 : les enjeux du passage à l'échelle des services de mobilité automatisée

- Le déploiement massif des véhicules automatisés progresse rapidement aux USA et en Chine, mais reste encore limité en France.
- La sécurité des systèmes automatisés reste un défi majeur à démontrer clairement pour l'adoption.
- Une gouvernance locale efficace, associant acteurs publics et privés, est indispensable pour réussir la généralisation des véhicules automatisés.

Chapitre 2 : panorama de la préparation des territoires français à la mobilité routière automatisée

- L'indice de préparation aide à cibler précisément les besoins des territoires.
- Les quatre profils distincts de territoires (indifférents, novices, contraints, impliqués) nécessitent des stratégies différenciées.
- Les territoires ruraux et périurbains, souvent peu préparés, ont pourtant le plus fort besoin de solutions automatisées.



Chapitre 3 : le modèle économique et les externalités socio-environnementales d'un service de mobilité automatisée partagée

- Les navettes automatisées pourraient réduire significativement les coûts d'exploitation des transports publics.
- Elles génèrent des bénéfices environnementaux importants et améliorent l'accessibilité sociale.
- Un modèle économique clair et durable est indispensable à leur généralisation.

Chapitre 4 : l'acceptabilité des navettes automatisées en territoire rural : premiers retours sur le projet RIMA

- L'acceptabilité initiale est mitigée, mais améliorable avec un accompagnement adéquat.
- La transparence, la sécurité perçue et la démonstration concrète sont essentielles pour gagner la confiance.
- L'implication des habitants dès le début est clé pour un déploiement réussi et accepté.



PARTAGES ET ÉCHANGES AUTOUR DES TRAVAUX DE LA CIVA EN 2024

La Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé (CIVA) s'est affirmée comme un acteur engagé et incontournable sur les réflexions autour de la mobilité routière automatisée. Elle s'est distinguée en 2024-2025 par des échanges riches avec les acteurs du secteur et par des initiatives novatrices de valorisation de ses travaux au niveau français, européen et mondial.

Cette année a été marquée par des temps forts de trois natures : les échanges avec les partenaires de la Communauté et du Movin'On, les interventions au sein de l'écosystème France Véhicules Autonomes et au salon des maires, et la participation à des événements professionnels et scientifiques internationaux. Ces moments clés témoignent de son investissement dans la définition d'une mobilité routière automatisée à la fois durable et inclusive, au service de tous les territoires et de leurs habitants.

Les échanges avec les partenaires de la Communauté et du Movin'On

Les Conseils d'orientation

Le septième Conseil d'orientation de la CIVA s'est tenu le 7 février 2024 dans les bureaux de Michelin situés au Trocadéro à Paris. Introduit par Yann Arnaud, président du Conseil d'orientation et Directeur Réponses Besoins Sociétaires et Innovation de Macif, cet événement a réuni les représentants des entreprises partenaires, ainsi que les membres du Conseil d'orientation. À cette occasion, il a été présenté un bilan des activités et des travaux réalisés en 2023. Les participants ont également échangé autour des orientations de la Communauté pour la nouvelle année.

Le huitième Conseil d'orientation a eu lieu le 26 novembre 2024 dans les bureaux de VINCI Construction à Rueil-Malmaison. Réunissant les entreprises et les membres du Conseil en format hybride, il a permis de discuter des résultats du panorama de la préparation des territoires en France à la mobilité automatisée, et des focus groups organisés avec une trentaine d'habitants de Crest dans le cadre du projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA). Les échanges ont également porté sur l'actualisation de la stratégie nationale et le programme de travail de la CIVA pour 2025.



De gauche à droite : N. Marescaux - Macif, B. Beaudet - beti, H. Bréau - Vinci Construction, P. Dalicier - Vinci Construction, Y. Arnaud - Macif, P. Mansuy - Michelin, N. Irisson - Macif, T. Scapin - C&R, P. Chehwan - beti, A. Offergeld - Movin'On, N. Yennek - C&R.
Conseil d'orientation numéro 8, 26 novembre 2024, Vinci, Rueil-Malmaison

Gros plan sur le Movin'On Summit 2024

Rendre possible la décarbonation du transport en Europe, c'est le défi que se sont lancés les 350 participants du Movin'On Summit, les 6 et 7 novembre 2024 à Bruxelles, à travers un exercice d'anticipation inédit. Invités à se projeter en 2035, les dirigeants des entreprises du Movin'On, les décideurs européens et les experts présents ont partagé leurs convictions et se sont livrés à cette expérience immersive unique pour imaginer la mobilité de demain et contribuer ainsi à sa transition.

Le principe ? Regarder dans le rétroviseur pour examiner les synergies gagnantes et les obstacles franchis pour avancer sur la voie de la décarbonation des transports terrestres. Le but ? Concevoir des solutions durables qui répondent à la feuille de route du pacte vert pour l'Europe, le Green Deal. Ces recommandations concrètes visent à contribuer à l'objectif climatique de l'Union européenne de réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre d'au moins 55 % d'ici à 2030.

Bonne nouvelle : en 2035, les lignes ont bougé ! Les modes de transport collectif, enrichis par des mobilités actives, se sont imposés dans les territoires ruraux et périurbains, portés par des solutions numériques et une revitalisation des infrastructures locales. Les travaux de la CIVA, axés sur le modèle de la navette automatisée, se sont particulièrement démarqués dans cette transformation et cet exercice de backcasting.

Fiable et accessible, la navette automatisée facilite les déplacements collectifs en milieu rural et périurbain tout en respectant l'autonomie de chacun. Au-delà de la solution technique, elle est synonyme d'inclusion et de revitalisation des territoires. C'est la mobilité pour tous, l'autonomie pour tous, a expliqué lors du Summit Yann Arnaud, président du Conseil d'orientation de la CIVA.

> ***Il faut qu'il y ait une conviction farouche pour que la CIVA dure, parce qu'il est difficile de faire travailler plusieurs entreprises ensemble, et notamment des concurrents. La Macif l'a fait. Il faut construire des liens avec d'autres Communautés d'Intérêt du Movin'On, comme celles sur les mobilités contraintes ou celle sur le développement des compétences pour la mobilité de demain.***
>
> *Alexis Offergeld, directeur du Movin'On LAB,*
> *Conseil d'orientation 7, 7 février 2024*



Movin'On Summit, 7 novembre 2024, Bruxelles

Les interventions dans l'écosystème France Véhicules Autonomes et au salon des maires

La Communauté a pris part en 2024 à plusieurs rencontres organisées par l'équipe de la DGITM (Direction générale des Infrastructures, des Transports et des Mobilités) en charge, avec Anne-Marie Idrac, de la stratégie nationale sur le développement de la mobilité routière automatisée et connectée, en coordination avec l'écosystème France Véhicules Autonomes réunissant les différentes filières industrielles de l'automobile, du transport public et de la logistique.

Séminaire « Accompagnement des collectivités »

Le séminaire des territoires du 14 mai 2024[4] s'est déroulé à la Défense (tour Séquoia) sur une journée. La matinée, en format restreint réservé aux élus locaux, avait pour objectif de dégager les freins et leviers sur les territoires et assoir une gouvernance autour des collectivités. L'après-midi, en format grand public, visait à disséminer les résultats des programmes d'expérimentation, à présenter les nouvelles perspectives de soutien à l'innovation dans le déploiement, et à partager les travaux sur les freins et les leviers. Claude Verne, vice-président de Macif et élu local, et Nathalie Irisson, Responsable de missions chez Macif, sont intervenus à cette occasion, respectivement, sur les besoins en mobilité des territoires, ainsi que sur l'acceptabilité et le business model d'un service de mobilité automatisée.

[4] DGITM/DMR/TUD, 06/05/2024, Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée, Séminaire à destination des territoires – mardi 14 mai 2024, https://urls.fr/2L8UUK.

De gauche à droite : A. Bonnet - Vedecom, X. Delache - DGITM, N. Irisson - Macif



Symposium « Les usages de la mobilité routière automatisée et connectée et leur sécurité »

La DGITM a organisé le 3 décembre 2024 à La Défense un symposium d'une journée sur les usages et la sécurité de la mobilité routière automatisée et connectée, animé par Anne-Marie Idrac, haute responsable de la stratégie nationale. Réunissant une diversité de participants (administrations, industriels, élus locaux, chercheurs, experts, etc.), les interventions[5] ont permis de dresser à date un état de l'avancement du secteur dans le pays, et dans une moindre mesure en Europe et aux États-Unis. Nicolas Marescaux, Directeur Influence, Ecosystèmes et Prospective de la Macif, a animé à cette occasion un atelier sur les résultats de l'indice de préparation des territoires en France à la mobilité routière automatisée.

Salon des maires et des collectivités locales 2024

La Communauté était de nouveau présente au salon des maires et des collectivités locales organisé pour cette année 2024 du 19 au 21 novembre à la Porte de Versailles à Paris, accueillie sur le stand Macif. Ce stand comprenait un espace et des supports (vidéos, flyers, etc.) dédiés à la valorisation des travaux de la CIVA. Par ailleurs, Yann Arnaud a tenu une conférence sur le thème « êtes-vous prêts pour la mobilité automatisée ? » lors de laquelle il a révélé en avant-première les résultats du panorama de la préparation des territoires en France à la mobilité automatisée partagée.

[5] Voir les présentations des intervenants disponibles au https://urls.fr/_gCfWM.



Salon des Maires et des collectivités locales, 19-21 novembre 2024, Porte de Versailles

La participation à des événements professionnels et scientifiques internationaux

La Communauté a également partagé l'avancée de ses travaux lors d'interventions dans le cadre de plusieurs événements professionnels et scientifiques internationaux en 2024-2025, à savoir :

- *la Autonomous Mobility Day Conference* les 30 et 31 mai à Valence et Crest dans la Drôme, à l'initiative du programme européen d'expérimentations SHOW[6] et de beti, opérateur de mobilité et membre de la CIVA, avec la participation de Nicolas Marescaux de Macif à une table ronde sur la mobilité automatisée pour le transport public ;
- le *Automated Road Transportation Symposium* organisé du 29 juillet au 1er août à San Diego par le Transportation Research Board, en présence de Xavier Delache de la DGITM et de Nicolas Marescaux de Macif;
- le *Automated Road Transportation Symposium* organisé du 29 juillet au 1er août à San Diego par le Transportation Research Board, en présence de Xavier Delache de la DGITM et de Nicolas Marescaux de Macif ;
- le *European Mobility* (EuMo) *Expo* du 1er au 3 octobre à Strasbourg, organisé par le GIE Objectif transport public constitué par le Groupement des Autorités Responsables de Transport (GART) et l'Union des Transports Publics et ferroviaires (UTP), avec la tenue d'un stand par Macif sur lequel était exposé une navette automatisée Navya, opérée par beti les travaux de la Communauté y ont été valorisés avec une conférence de Yann Arnaud sur le thème « *La mobilité routière automatisée à la croisée des chemins. Acceptabilité sociale ? Niveau de préparation des territoires ? Modèle économique ? Échangeons sur l'avenir des navettes automatisées partagées* »[7];
- le 52e Congrès ATEC ITS France les 21 et 22 janvier 2025 au Beffroi de Montrouge, avec la présentation des résultats de l'indice de préparation des territoires au déploiement de la mobilité automatisée par Nathalie Irisson et Nicolas Marescaux de Macif et Thomas Scapin de Conseil & Recherche, dans le cadre du panel « mobilités connectées et automatisées : les dernières avancées »[8].

[6] Voir le programme de la conférence au https://urls.fr/S9Cknw.
[7] Voir le programme au https://urls.fr/11gp-V.
[8] Voir le programme au https://urls.fr/me_yyG.



De gauche à droite : N. Marescaux - Macif, P. Chehwan - beti, F. Durovray, ex. ministre des Transports
Movin'On Summit, 7 novembre 2024, Bruxelles


MAISON
DE LA POST
FAIR MOBILITY FOR ALL

1 Les enjeux du passage à l'échelle des services de mobilité automatisée PAGE 44

2 Panorama de la préparation des territoires français à la mobilité routière automatisée PAGE 94

3

Le modèle économique et les externalités socio-environnementales d'un service de mobilité automatisée partagée

PAGE 136

4

L'acceptabilité des navettes automatisées en territoire rural : premiers retours sur le projet RIMA

PAGE 184

CHAPITRE 1

LES ENJEUX DU PASSAGE À L'ÉCHELLE DES SERVICES DE MOBILITÉ AUTOMATISÉE

Le développement des véhicules hautement automatisés représente une opportunité majeure pour améliorer la mobilité, mais il soulève des interrogations fondamentales sur les usages de ces nouveaux moyens de transport. Quels sont les leviers et les freins au déploiement de ces services innovants de mobilité ? Comment garantir leur exploitation sécurisée ? En quoi la collaboration entre acteurs publics et privés contribue à leur passage à l'échelle ? Ce chapitre aborde ces différentes questions en se concentrant sur les enjeux sécuritaires, réglementaires et politiques qui favorisent ou entravent l'exploitation à grande échelle de services de mobilité routière automatisée, que ce soient des robots-taxis ou des navettes et des bus sans conducteur.

La première partie donne un aperçu des déploiements de véhicules automatisés dans le monde début 2025 en comparant la situation aux États-Unis et en Chine, où les services commerciaux de robots-taxis se multiplient, avec celle en France où le déploiement de véhicules sans opérateur à bord connaît un certain retard. La deuxième partie analyse les enjeux de la validation et la démonstration de sécurité des systèmes de transport routier automatisés (STRA), en abordant les aspects sociétaux, réglementaires et opérationnels qui y sont liés. La troisième et dernière partie examine les enjeux de gouvernance locale autour du déploiement d'un service de mobilité automatisée, en soulignant la nécessité d'une collaboration efficace entre acteurs publics et privés pour surmonter les obstacles sur le terrain et favoriser le passage à l'échelle. Le chapitre identifie finalement des enseignements pour transformer les expérimentations technologiques menées jusqu'ici en France en services réguliers de mobilité adaptés aux besoins des territoires et de leurs habitants.



p. 46

PARTIE 1

APERÇU DES DÉPLOIEMENTS DE VÉHICULES AUTOMATISÉS AUX ÉTATS-UNIS, EN CHINE ET EN FRANCE DÉBUT 2025

p. 68

PARTIE 2

ENJEUX DE SÉCURITÉ DES SYSTÈMES DE TRANSPORT ROUTIER AUTOMATISÉS

p. 80

PARTIE 3

DES ENJEUX DE GOUVERNANCE LOCALE AU CŒUR DU DÉPLOIEMENT D'UN SERVICE DE MOBILITÉ AUTOMATISÉE

APERÇU DES DÉPLOIEMENTS DE VÉHICULES AUTOMATISÉS AUX ÉTATS-UNIS, EN CHINE ET EN FRANCE DÉBUT 2025

Alors que le déploiement de robots-taxis était déjà bien engagé fin 2024 aux États-Unis et en Chine, ce mouvement va s'accélérer en 2025 avec l'ouverture de services commerciaux dans de nouvelles villes. Ce début de passage à l'échelle a un impact direct sur le marché des taxis et des voitures de transport avec chauffeur (VTC) qui font face à une concurrence de plus en plus forte des robots-taxis.

La compétition entre les leaders américains et chinois du secteur promet également de s'intensifier autour de la baisse des coûts des technologies et de la conquête de nouveaux marchés internationaux, dans un contexte de guerre économique entre les deux superpuissances attisé par le retour de Donald Trump à la Maison-Blanche.

De son côté, la France connait un retard dans le déploiement de véhicules automatisés sans opérateur à bord. Plusieurs défis sont encore à relever pour permettre le passage de l'expérimentation à l'exploitation de services commerciaux en Europe, auxquels une nouvelle actualisation de la stratégie nationale prévue début 2025 vise à apporter des réponses.

Vers un passage à l'échelle des robot-taxis aux États-Unis et en Chine

Le secteur du transport automatisé de voyageurs se consolide aux États-Unis et en Chine autour des robots-taxis avec une augmentation rapide des services commerciaux sans opérateur à bord. Le succès grandissant des robots-taxis par rapport aux services avec chauffeur s'explique notamment par une plus grande sécurité et qualité de service pour un prix comparable, voire plus faible. Cette concurrence accrue pousse les acteurs du transport individuel à la demande (ride-hailing), comme Uber et Lyft, à nouer des partenariats avec les concepteurs de véhicules automatisés.

L'augmentation rapide des services commerciaux sans opérateur à bord

Selon Marc Amblard, Managing Director d'Orsay Consulting, le marché américain des véhicules automatisés a commencé à sortir du « trou de la désillusion »[1] du cycle de Hype en 2024 en se consolidant autour de certains acteurs, au premier rang desquels Waymo.

La filiale d'Alphabet (Google) exploite désormais ses robots-taxis dans trois villes : San Francisco, Phoenix et Los Angeles où le service est ouvert au public depuis novembre 2024. Elle a atteint ce mois-là les 150 000 courses payantes par semaine, contre 50 000 trajets hebdomadaires enregistrés en mai[2]. Cette dynamique de croissance explique que l'entreprise californienne ait réussi à lever 5,6 milliards de dollars de fonds à l'automne dernier, pour une valorisation de 45 milliards de dollars[3].

À l'inverse, General Motors a annoncé début décembre 2024 la fermeture de Cruise malgré une reprise progressive de l'exploitation de ses robots-taxis à la suite de l'incident ayant engendré

[1] AMBLARD, Marc, 3/12/2024, Déploiement commercial, technologies et financements récents aux USA, symposium mobilité routière automatisée et connectée, Paris.

[2] OHNSMAN Alan, 01/10/2024, « Alphabet : Waymo franchit les 150 000 trajets en robot-taxi et 1 million de kilomètres par semaine », Forbes, traduction de Lisa Deleforterie, https://urls.fr/3wfxi_.

[3] AMBLARD, Marc, November 2024, « Robotaxis Accelerate, Ride-Hailing Leaders React », Mobility Revolution #93, https://urls.fr/KtuBIK.

leur suspension un an plus tôt. Le constructeur automobile a finalement décidé de fermer sa filiale sur la conduite automatisée pour se concentrer sur les aides à la conduite (ADAS) équipant les véhicules particuliers[4].

Zoox a de son côté commencé à déployer son véhicule automatisé bidirectionnel, pouvant accueillir quatre passagers et rouler jusqu'à 120km/h, à San Francisco fin 2024. Il s'agit de la troisième ville, après Las Vegas et Foster City en Californie où est situé son siège, dans laquelle la société rachetée par Amazon en 2020 teste ses robots-taxis. Elle prévoit surtout d'ouvrir au public son premier service commercial à Las Vegas en 2025[5].

Par ailleurs, Tesla a annoncé en octobre 2024 dans un show très médiatisé de son patron Elon Musk une version améliorée de son système de conduite automatisée (Full Self-Driving – FSD). Ce dernier est censé équiper d'ici 2027 un nouveau robots-taxi de deux places sans volant ni pédales, le CyberCab, qui serait commercialisé à moins de 30 000 dollars. De façon plus inattendue, Musk a révélé travailler aussi sur un projet de navette automatisée, baptisée Robovan et d'une capacité de 20 personnes, pouvant servir pour le transport de passagers et de marchandises[6].

En Chine, l'expansion des robots-taxis en zone urbaine est encore plus rapide et importante qu'aux États-Unis. Une vingtaine de sociétés font circuler des véhicules automatisés de niveau 3 et 4 dans plus d'une trentaine de villes à travers le pays. Les déploiements de services commerciaux de robots-taxis sans opérateur à bord se concentrent toutefois dans six mégalopoles que sont Beijing, Chongqing, Guangzhou, Shanghai, Shenzhen et Wuhan[7].

Apollo Go, filiale du géant de l'internet Baidu, est l'entreprise la plus en pointe du secteur et la première à avoir été autorisée à déployer ses robots-taxis totalement automatisés dans les villes de Chongqing et Wuhan[8] à partir de 2022, puis de Beijing et Shenzhen depuis 2023. Elle a renforcé en 2024 son service à Wuhan en opérant sur une zone de 3000 km2 avec une flotte de 500 robots-taxis, dont 300 sans opérateur de sécurité à bord, réservables à tout moment depuis son application[9].



[4] AFP, 11/12/2024, « General Motors abandonne les robots-taxis de sa filiale Cruise après un incident majeur », Notre Temps, https://urls.fr/hrp_jJ.

[5] WESSLING, Brianna, 2024/11/12, « Zoox now testing its robotaxis in San Francisco », The Robot Report, https://urls.fr/RVcLEV.

[6] BEAUDET, Benjamin, 11/10/2024, « Vigie beti – édition spéciale « Tesla, We Robot », https://urls.fr/sIN9dH.

[7] NI, Jincheng, DE TRÉGLODÉ, Hervé, mai 2024, « Les robots-taxis chinois sont-ils l'avenir de la mobilité ? », France Stratégie, note d'analyse n°138, p. 10.

Les exploitants de robotaxis commerciaux en mai 2024 (sans agent de sécurité à bord)

Sociétés	Pays	Villes	Nombre de robotaxis en exploitation commerciale
Waymo	**États-Unis**	Austin (Texas), Los Angeles (Californie), Phoenix (Arizona) et San Francisco (Californie)	Plus de 300
AutoX	**Chine**	Shenzhen (Guangdong) et Shangai	Plus de 1 000 (y compris les véhicules en phase d'essai)
Baidu (Apollo)	**Chine**	Beijing, Chongqing, Shenzhen (Guangdong) et Wuhan (Hubei)	Plus de 1 000
Didi	**Chine**	Guangzhou (Guangdong) et Shanghai	Plus de 300
Pony.ai	**Chine**	Beijing, Guangshou (Guangdong) et Shenzhen (Guangdong)	Plus de 200
WeRide	**Chine**	Beijing	Quelques dizaines

Lectures : en mai 2024, dans le monde, on compte 16 flottes urbaines de robotaxis commerciaux (sans opérateur de sécurité à bord), dont 4 aux États-Unis et 12 en Chine. Pour l'heure, les entreprises pionnières - Waymo étant la plus ancienne - se limitent à leur territoire national. Aucune société n'est encore sur les rangs en Europe.

Source : Ni, Jincheng, de Tréglodé, Hervé, mai 2024, « Les robots-taxis chinois sont-ils l'avenir de la mobilité ? », France Stratégie, note d'analyse n°138, p. 1.

Apollo a ainsi déclaré avoir enregistré 988 000 trajets dans toute la Chine au troisième trimestre 2024, soit une croissance de 20 % par rapport à l'année précédente. Le nombre cumulé de courses payantes avec ses robots-taxis a atteint 8 millions en octobre 2024[10] et la société a annoncé viser une rentabilité de son service à Wuhan dès 2025. Elle a par ailleurs l'intention de déployer sa flotte de robots-taxis dans 65 villes cette année, puis 100 villes d'ici 2030[11].

Autre acteur majeur, Pony.ai fait circuler ses robots-taxis sans opérateur à bord dans les villes de Guangzhou, Shanghai et Shenzhen depuis 2023. La startup prévoit en 2025 de quadrupler sa flotte en exploitation dans ces villes et à Beijing, passant de 250 à au moins 1000 véhicules, grâce au partenariat noué avec le constructeur automobile GAC[12].

Par ailleurs, Pony.ai a fait son entrée à la bourse de New York fin novembre 2024 et levé 260 millions de dollars dans l'opération, pour atteindre une valorisation de 5,25 milliards de dollars[13]. WeRide, une autre startup de conduite automatisée, en avait fait de même un mois avant et récolté 440 millions de dollars pour une valorisation de 4,7 milliards de dollars[14].

[8] GASGOO, 08/08/2022, « Baidu greenlighted for China's first-ever commercial driverless Robotaxi service » Gasgoo, https://urls.fr/Sdviad.

[9] ZHANG, Yiyi, 2024/07/10, « Baidu's robotaxis orders surge, paving way for large-scale autonomous ride-hailing services », The Global Times, https://urls.fr/yZb83-.

[10] HAWKINS, Andrew J., 2024/11/22, « Baidu's supercheap robotaxis should scare the hell out of the US », The Verge, https://urls.fr/PxsE06.

[11] NI, Jincheng, DE TRÉGLODÉ, Hervé, mai 2024, « Les robots-taxis chinois sont-ils l'avenir de la mobilité ? », art. cit., p. 9.

[12] HAWKINS, Andrew J., 2024/12/16, « As robotaxi companies stumble in the US, China's fleet is growing », The Verge, https://urls.fr/gvcB52.

[13] BOURGIN, Yoann, 28/11/2024, « Conduite autonome : Après WeRide et Zeekr, le chinois Pony.ai entre en Bourse aux États-Unis, L'Usine digitale, https://urls.fr/rdaGqP.

[14] AMBLARD, Marc, November 2024, « Robotaxis Accelerate, Ride-Hailing Leaders React », Mobility Revolution #93, https://urls.fr/vj51Fe.

Les facteurs clés du succès grandissant des robots-taxis

Malgré des incidents très médiatisés, le succès grandissant des services de robots-taxis auprès des utilisateurs américains s'explique pour diverses raisons d'après William (Billy) Riggs, professeur à l'Université de San Francisco et directeur de the Autonomous Vehicles and the City Initiative. Lors de son intervention auprès de la Communauté[15], il a partagé les résultats d'une étude menée auprès d'étudiants en 2022 à San Francisco sur leur recours aux robots-taxis de Cruise pendant les heures d'ouverture du service (23h-5h du matin)[16].

Pour plus de 55 % des trajets, les étudiants ont utilisé les robots-taxis à la place des services de VTC, comme Uber et Lyft. 71 % des usagers ont déclaré utiliser les robots-taxis à des fins sociales ou récréatives, ce qui s'expliquait par les horaires de fonctionnement du service. De manière plus inattendue, environ 20 % des trajets ont été effectués pour des courses, du shopping, se rendre au travail ou à l'école, un chiffre nettement supérieur aux prévisions initiales[17].

Les données recueillies au cours de l'expérimentation ont également mis en évidence certains facteurs favorisant l'utilisation des robots-taxis. D'abord, la sécurité était perçue comme plus grande qu'avec un VTC ou un taxi traditionnel, essentiellement en raison de la qualité de la conduite. Cette dernière est beaucoup plus fluide en raison notamment des freins contrôlés par ordinateur permettant des arrêts plus doux et maîtrisés.

Les femmes ont également une bien meilleure perception de la sécurité en robot-taxi, surtout la nuit, étant donné la disparition des risques de harcèlement ou d'agression de la part du chauffeur. Plus largement, certains utilisateurs ayant des besoins spécifiques sont mieux satisfaits par les services automatisés. Selon Billy Riggs, les personnes malvoyantes et non-voyantes sont, par exemple, de ferventes défenseures des robots-taxis en raison de l'autorisation d'un animal d'assistance à bord des véhicules qui est souvent refusée par les VTC et les taxis conventionnels.

Cette perception de sécurité se retrouve aussi dans les retours d'usagers de robots-taxis en Chine. Moroine Laoufi, directeur de projets véhicule autonome et connecté chez Vinci Autoroutes, et Olivier Orfila, directeur scientifique de l'Institut Vedecom, ont partagé lors d'un atelier[18] leurs retours d'expérience après avoir pu tester les services de Baidu/Apollo Go et Pony.ai lors d'un voyage d'études (learning expedition) à Beijing, Shanghai et Shenzhen en décembre 2023.

Moroine Laoufi a d'abord rappelé que les deux entreprises sont autorisées à exploiter leurs robots-taxis sans opérateur à bord à Beijing, mais seulement à les tester à Shanghai. Lors de la démonstration de Pony.ai dans cette ville, l'opérateur est pourtant sorti du véhicule, ce qui a été une surprise totale pour la délégation.

Il a néanmoins insisté sur le fait que ce n'était pas un acte imprudent, mais une prise de risque maîtrisée. En effet, la fluidité et la gestion efficace des situations simples et complexes, y compris les carrefours à feux multiples à Shanghai et la circulation sous la neige à Beijing, les ont rapidement rassurés sur la robustesse du service.

Olivier Orfila a souligné dans le même sens une différence notable entre les technologies de Baidu/Apollo et de Pony.ai, cette dernière étant clairement en avance dans la gestion de la conduite. Le robot-taxi de Baidu a en effet rencontré des difficultés à interagir avec des usagers vulnérables ou des véhicules mal garés, tandis que les véhicules de Pony.ai ont géré efficacement toutes les situations, y compris les travaux sur la route.

---

[15] Atelier 26, 30/05/2024, CIVA Workshop US Trends in Automated Mobility.

[16] RIGGS, William and SCHRAGE, Niel and SHUKLA, Shivani and MARK, Shannon, 2022/08/01, « The Trip Characteristics of a Pilot Autonomous Vehicle Rider Program: Late Night Service Needs and Desired Increases », in Service Quality, Reliability and Safety, http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4195380.

[17] Ibid., p. 10.

[18] Atelier 27, 20/06/2024.

Dans l'ensemble, les robots-taxis testés ont montré une très bonne capacité à gérer les intersections et les situations complexes, même mieux que les véhicules avec un conducteur humain. Pour ce faire, les opérateurs s'appuient sur une infrastructure connectée. Baidu a mis l'accent sur son centre de supervision que la délégation de Vinci-Vedecom a pu visiter. Il est particulièrement impressionnant avec ses grands écrans montrant l'évolution de tous les véhicules en temps réel et leurs situations spécifiques.

Outre la sécurité, les résultats de l'expérimentation de robots-taxis Cruise par des étudiants à San Francisco ont fait ressortir d'autres facteurs de satisfaction, comme la fiabilité et la fréquence du service. La possibilité d'améliorer la qualité de ce dernier grâce à une personnalisation accrue et des services additionnels à bord joue également en faveur des robots-taxis au détriment des VTC et des taxis. Mais c'est surtout le coût par rapport aux autres modes de transport qui a été mis en avant pour justifier l'utilisation des véhicules automatisés à la demande.

Une concurrence accrue des robots-taxis sur les VTC débouchant sur des partenariats

Billy Riggs a en effet expliqué que le prix des services de robots-taxis est désormais comparable à celui des services de VTC ou de taxis aux États-Unis. Avant la suspension du service fin 2023, le tarif de base d'un trajet avec un robot-taxi de Cruise à San Francisco était par exemple de 5 dollars, plus 0,90 dollar par mile et 0,40 dollar par minute de trajet, auxquels s'ajoutaient une taxe municipale de 1,5 %.

Du côté de Waymo, le coût d'une course de 15 minutes (environ 3 miles) en robot-taxi est de 7,50 dollars, soit l'équivalent du prix d'un trajet de la même durée avec Lyft (7,25 dollars)[19]. Cette situation s'explique par la structure tarifaire des sociétés de VTC comme Uber et Lyft. Ces derniers proposent des tarifs sous-évalués pour leurs services de transport de passagers qui sont déficitaires, mais qu'ils équilibrent avec la livraison de repas grâce à laquelle ils gagnent de l'argent.

Le tarif d'un robot-taxi est encore plus avantageux en Chine, puisqu'il est d'environ un quart de celui d'un service de chauffeur traditionnel. C'est le cas à Wuhan, par exemple, où le prix d'une course de 10 km avec Apollo coûte entre 4 et 16 yuans (environ 0,60 et 2,30 dollars) contre 18 à 30 yuans en taxi[20].

Cette tarification vise à inciter les utilisateurs à adopter les robots-taxis sans conducteur en les rassurant sur la technologie. Selon Moroine Laoufi, certains services qualifiés de « commerciaux » sont



© Ioniq_5_Robot-taxi_IAA_2021_1X7A0002 (Alexander Migl, CC BY-SA 4.0)

[19] Chiffres donnés par Billy Riggs, Atelier 26, 30/05/2024, CIVA Workshop US Trends in Automated Mobility.

[20] ZHANG, Yiyi, 2024/07/10, « Baidu's robotaxis orders surge, paving way for large-scale autonomous ride-hailing services », The Global Times, https://urls.fr/yZb83-.



© Pony.ai_(S5A-0043, CC-BY 2.0

aussi proposés gratuitement par des opérateurs dans les zones pilotes, la dimension commerciale n'impliquant pas nécessairement que la course soit monétisée.

D'où le fait que les robots-taxis gagnent rapidement du terrain sur le marché du transport individuel à la demande (ride-hailing) dans ces deux pays. Waymo avait par exemple 20 % de parts de marché en novembre dernier, soit le même nombre que Lyft, derrière le leader Uber à 55 %[21]. Le chiffre d'affaires des robots-taxis en Chine en 2030 est quant à lui estimé à 1 300 milliards de yuans (environ 170 milliards d'euros), ce qui représenterait 60 % du chiffre d'affaires des taxis et des VTC dans le pays[22].

Cette concurrence accrue explique le partenariat conclu en septembre 2024 entre Uber et Waymo. Ce dernier prévoit de lancer en 2025 ses services payants de robots-taxis à Austin et à Atlanta en les rendant disponibles sur la plateforme d'Uber, à qui sera également confiée la gestion des véhicules (entretien, maintenance, recharge, etc.)[23]. La filiale d'Alphabet a également annoncé en décembre reprendre ses essais en 2025 à Miami en vue d'ouvrir son service au public en 2026.

Dans ce but, Waymo a conclu un partenariat avec la startup Moove pour gérer sa flotte de robots-taxis, d'abord à Phoenix, puis à Miami[24]. De son côté, Lyft a conclu en novembre un partenariat avec les concepteurs de systèmes de conduite automatisée Mobileye et May Mobility, les véhicules de ce dernier seront ainsi disponibles sur sa plateforme de réservation à Atlanta en 2025[25].

Cette alliance entre entreprises de VTC et de robots-taxis reflète le concept de « coopétition » désignant le fait que des concurrents collaborent pour un gain mutuel. D'après Billy Riggs, cette coopération est en effet bénéfique à tous les partenaires. Malgré une éventuelle réduction de ses bénéfices, Uber pourra maintenir sa part de marché en consolidant l'usage de sa plateforme tandis que Waymo va gagner de nouveaux clients et accélérer son passage à l'échelle.

[21] COURTECUISSE, Matthieu, 14/01/2025, « La bataille des taxis autonomes commence maintenant », L'Opinion, https://urls.fr/OXQeFY.

[22] IHS Markit, 2021, Prospect of China's Autonomous Driving and Future Mobility Service Market.

[23] The Waymo & Uber Teams, 2024/09/13, Waymo and Uber expands partnership to bring autonomous ride-hailing to Austin and Atlanta, https://urls.fr/FEp363.

[24] The Waymo Team, 2024/12/05, Next stop : Miami, https://urls.fr/rj0nWB.

[25] Lyft, 2024/11/06, Lyft announces new round of autonomous partnerships, https://urls.fr/ebz2sM.

Olivier Orfila, directeur scientifique de l'Institut Vedecom, a retracé pour la Communauté[26] l'évolution de la stratégie sur les véhicules automatisés et connectés en Chine. Après être revenu sur les origines du secteur, il a détaillé les deux piliers de la stratégie chinoise sur la mobilité routière automatisée que sont la création des zones pilotes et l'appui de l'infrastructure connectée.

Les origines de la mobilité automatisée et connectée en Chine

Dès cette époque, l'automatisation de la conduite a été assimilée au véhicule intelligent connecté. Malgré les doutes sur la capacité de développer des voitures sans conducteur dans les conditions de circulation fort complexes de la Chine, le gouvernement s'intéressait déjà à la connectivité des véhicules pour des raisons de congestion, de pollution et de sécurité routière, mais aussi de surveillance de la population.

Les projets étaient au départ principalement académiques et portaient sur le développement de la technologie de conduite automatisée, sans coordination claire à l'échelle du pays. Selon Olivier, il y a toutefois eu à partir de 2015-2016 une forte expansion des sites d'essai fermés, gérés par des universités, dans les grandes villes et les provinces.

L'État chinois a repris la main en 2017 en lançant une stratégie nationale sur les véhicules automatisés, symbolisée par la création de la CAICV (Chinese Alliance for the Intelligent and Connected Vehicles). Cette alliance, dirigée par le ministère de l'Industrie et des technologies d'information avec trois ministères, dont celui des Transports, a marqué le début d'un investissement massif et d'une accélération significative dans le développement de la conduite automatisée et connectée.

Un acteur clé du soutien public à l'innovation privée dans le domaine est le *National Innovation Center of Intelligent and Connected Vehicles* (CICV). Fondé en 2017, cet institut de R&D compte 23 membres, dont des constructeurs et des équipementiers automobiles, et d'un réseau de 1 000 chercheurs répartis dans 33 centres d'innovation. Il offre avec ses laboratoires tous les outils nécessaires au test et à la validation des sous-systèmes des véhicules. Il assiste aussi l'administration dans la définition de standards et réglementations sur le sujet et oriente les investissements dans des startups.

Carte 2 – Aires d'exploitation commerciale des robotaxis en Chine (sans agent de sécurité à bord)



Note : cette carte diffère de la Carte 1 en ce qu'elle ne montre pas les sites d'essais et d'expérimentations, mais seulement les aires de déploiement commercial sans agent de sécurité à bord.

Source : carte dressée par les auteurs

[26] Atelier 27, 20/06/2024.

Les zones pilotes, pierre angulaire de la stratégie chinoise

À partir de 2018, les premières zones de tests ouvertes ont été établies dans les principales villes, comme Beijing, Guangzhou, Shanghai ou Shenzhen. Ces zones pilotes jouent un rôle crucial pour réaliser des essais techniques en condition réelle des véhicules et déployer ensuite des services commerciaux. Elles sont bien délimitées et situées en périphérie des centres-villes où le trafic routier est moins dense.

C'est le cas, par exemple, de la Beijing Municipal High-Level Autonomous Driving Demonstration Area (BJHAD) au sud de Pékin dans la zone de Yizhuang. Créée en 2020, elle propose un environnement supervisé avec 250 intersections équipées d'unités de bord de route pour la perception multicapteurs (caméras, lidars) et la connectivité (4G-5G, V2X, etc.). D'une couverture de 60 km2 en 2023, les autorités de la ville prévoyaient de l'étendre à 500 km2 en 2024 avec l'équipement de 1 115 intersections connectées[27], d'un coût d'environ 80 000 € par intersection.

En septembre 2023, les autorités chinoises décomptaient ainsi plus de 15 000 km de routes ouvertes aux essais de véhicules automatisés et plus de 70 millions de kilomètres de tests et d'expérimentations réalisés en 10 ans. Le pays disposait alors de dix-sept sites nationaux et seize villes pilotes[28], ainsi qu'une vingtaine de sites de tests locaux dans les différentes provinces.

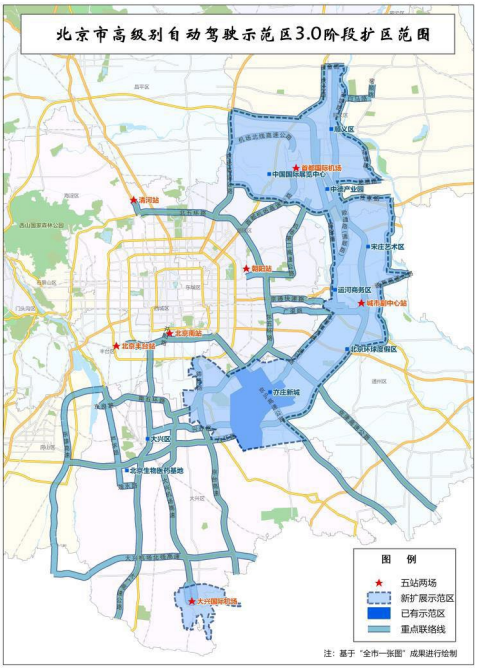
L'appui de l'infrastructure connectée à l'automatisation des véhicules

Le développement des véhicules automatisés s'appuie en outre fortement sur les réseaux urbains intelligents relevant de l'approche de la smart city. L'infrastructure connectée, grâce à des systèmes de communication courte et longue portée, fournit une assistance extérieure (perception, connectivité, traitement des données, etc.) complétant les capteurs des véhicules et facilitant leur circulation dans des environnements urbains et des situations de conduite complexes.

Plus de 6 000 groupes d'unités de bord de route (UBR) permettant les échanges de données entre les véhicules automatisés et l'infrastructure routière avaient été installés début 2024[29]. Financées principalement par les provinces et les villes, ces infrastructures connectées contribuent à une fluidification du trafic et à une automatisation plus poussée des véhicules sans opérateur de sécurité à bord (niveau 4).

Un effort significatif est ainsi fait pour déployer des systèmes de supervision, tant du côté des opérateurs de services de mobilité que de l'administration des zones pilotes. Dans chaque ville ou district, les centres privés de supervision doivent être associés aux centres publics de contrôle et de secours. Depuis novembre 2023, une règle nationale impose d'avoir un superviseur pour trois robots-taxis[30].

Ces centres reçoivent des informations en temps réel des véhicules, dont des données vitales et des flux d'images de l'extérieur et de l'intérieur. Ils s'assurent que les robots-taxis restent dans les zones pilotes autorisées et du bien-être des passagers à bord. Les centres sont également utilisés par la police pour prévenir les accidents et intervenir rapidement.



Source : *Beijing High-Level Autonomous Driving Demonstration Area* – BJHAD

[27] Ces éléments sont tirés de la learning expedition organisée par VINCI et Vedecom en Chine en décembre 2023.
[28] NI, Jincheng, DE TRÉGLODÉ, Hervé, « Les robots-taxis chinois sont-ils l'avenir de la mobilité ? », art. cit., p. 9.
[29] DGITM/DMR/TUD, 29/01/2024, « Développement de la mobilité routière automatisée et connectée : aperçu des travaux en Chine », p. 5.
[30] NI, Jincheng, DE TRÉGLODÉ, Hervé, « Les robots-taxis chinois sont-ils l'avenir de la mobilité ? », art. cit., p. 9.

FOCUS SUR L'AUTOMATISATION DES TRANSPORTS PUBLICS AUX ÉTATS-UNIS

Bien que les services de robots-taxis soient les plus développés, il existe également de nombreuses expérimentations de navettes et de bus automatisés pour du transport public et partagé de personnes partout aux États-Unis. Ces projets sont généralement portés et financés au niveau des villes ou des comtés par les agences publiques locales chargées des transports (Department of Transportation) en partenariat avec des concepteurs et des opérateurs de systèmes de conduite automatisée, comme May Mobility et Beep.

C'est le cas, entre autres, à Houston au Texas, dans le Comté de Pinellas en Floride, dans le Colorado, le Connecticut, l'Ohio ou encore le Comté de Conta Costra en Californie du Nord[31]. L'autorité des transports de ce dernier est particulièrement active et soutient par exemple le déploiement depuis septembre 2024 dans la ville de Martinez de véhicules automatisés partagés à la demande pour permettre aux patients de se rendre à l'hôpital du Comté l'après-midi et le soir[32].

Les sept véhicules fournis par May Mobility, des Toyota Sienna équipés de sa technologie de conduite automatisée, peuvent accueillir 5 personnes et sont accessibles aux fauteuils roulants. Un opérateur est présent à bord pour renseigner les passagers et les aider à monter et descendre du véhicule. Le service est gratuit et les trajets peuvent être réservés en ligne ou par téléphone. Il est également ouvert à tous les résidents en soirée pour se rendre dans différents lieux de la ville.

D'après Billy Riggs, les véhicules automatisés sont cruciaux pour la viabilité financière du transport public à long terme. Ils permettront d'alléger le coût de la charge de conduite et d'offrir des services de bus et de navettes plus sûrs et de meilleure qualité sans forcément supprimer des emplois. En effet, les anciens conducteurs pourraient se concentrer sur l'information des clients, la gestion de la flotte et la prévention de la fraude, augmentant ainsi les revenus par véhicule.

Par ailleurs, l'intégration de services de transport automatisés pour le dernier kilomètre peut attirer de nouveaux usagers vers les réseaux de transports publics, notamment dans les zones moins denses. L'expérimentation avec des étudiants à San Francisco a montré que les robots-taxis peuvent aussi compléter l'offre de transport public, notamment la nuit quand le service est moins fréquent.

Henriette Cornet, professeure à l'Université de San Francisco et membre du Conseil d'orientation de la CIVA, a expliqué lors du symposium[33] que des collaborations existent aussi entre des villes américaines et des sociétés de VTC pour subventionner des courses à prix réduit vers et depuis les stations de transport public. Elle a donné l'exemple du partenariat entre Uber et l'autorité des transports de Dallas au Texas (Dallas Area Rapid Transit – DART).

Si les opérateurs de robots-taxis comme Waymo n'ont à ce jour pas encore noué de collaborations avec les villes, leur rapprochement avec les services de VTC pourrait ouvrir des opportunités intéressantes du même type pour réduire l'usage de la voiture individuelle et encourager la fréquentation des transports publics aux États-Unis.

[31] Voir DGITM/DMR/TUD, 7/08/2024, Symposium international « transports routiers automatisés » du Transportation Research Board (TRB – ARTS 2024 – 29 juillet au 1er août 2024), compte-rendu, pp. 10-11. [27] CIVA, Atelier 19, 27/04/2023.

[32] May Mobility, 2024/09/12, Contra Costa Transportation Authority and May Mobility Launch Autonomous Vehicle Service in Martinez, California, https://urls.fr/IFg0vD.

[33] CORNET, Henriette, 3/12/2024, Analyse des services de véhicules autonomes. Partenariats et attentes du public, symposium mobilité routière automatisée et connectée, Paris.

L'intensification de la compétition sino-américaine en 2025

Alors que les déploiements de services commerciaux de robots-taxis s'accélèrent, l'année 2025 va être marquée par une intensification de la compétition entre les États-Unis et en Chine. Les entreprises chinoises bénéficient d'un cadre politique et réglementaire bien plus favorable que leurs concurrentes américaines. La compétition se concentre sur la baisse des coûts des robots-taxis dans un contexte de guerre économique exacerbée par le retour au pouvoir de Donald Trump. La concurrence entre entreprises américaines et chinoises commence par ailleurs à s'étendre à l'échelle internationale dans la conquête de nouveaux marchés.


© May Mobility autonomous vehicles operating driver-out in Ann Arbor

Un cadre politique et réglementaire plus favorable en Chine qu'aux États-Unis

Ce prépassage à l'échelle des services de robots-taxis aux États-Unis et surtout en Chine est rendu possible par la plus grande maturité technologique des acteurs américains et chinois et par des conditions politiques et réglementaires favorables à l'innovation. Ces deux pays profitent notamment d'une plus grande liberté en matière des règles définissant les conditions de circulation et les caractéristiques techniques des véhicules automatisés que l'Union européenne ou le Japon.

Leur cadre juridique repose en effet sur le principe de l'autocertification selon lequel le fabricant ou l'exploitant du système de conduite automatisé est chargé de fournir les preuves de la sécurité. Les autorités se limitent à assurer un contrôle a posteriori, la contrepartie pour les entreprises consistant en une obligation régulière de reporting et le risque de sanctions lourdes en cas de manquement ou de faute[34].

En Chine, le développement de la mobilité automatisée et connectée bénéficie en outre d'un très fort soutien public de l'État, des provinces et

des villes aux acteurs technologiques et industriels. Lancée dès 2017, la stratégie chinoise sur les véhicules automatisés repose sur deux piliers que sont les zones pilotes pour tester les véhicules automatisés et l'investissement massif dans l'infrastructure connectée pour aider les véhicules à faire face à des situations complexes.

Elle a été consolidée en 2020 par une stratégie sur les véhicules intelligents connectés (Intelligent Connected Vehicles – ICV), incluant la conduite automatisée, afin d'affirmer la domination mondiale de la Chine à l'horizon 2050. Cette stratégie prévoyait la création, d'ici 2025, d'un écosystème complet adressant les dimensions technologiques, industrielles, sécuritaires et réglementaires. Son objectif était la production de masse de véhicules automatisés à la fois de niveaux 3 et 4, ainsi que le déploiement à grande échelle de la 5G dans les grandes villes et sur les autoroutes.

> ***Les défis rencontrés par les territoires ruraux et périurbains aux États-Unis sont similaires à ceux rencontrés en France et en Europe en raison d'une forte dépendance à la voiture individuelle. Dans ces deux contextes, les territoires ruraux et périurbains cherchent à améliorer l'accessibilité aux services essentiels et l'inclusivité dans leur transport public, notamment grâce aux véhicules automatisés. Il est donc important de fournir aux territoires des bonnes pratiques ou des exemples concrets de ce qui a fonctionné. Les autorités de transport public pourraient être davantage motivées en présentant des indicateurs quantifiés, comme l'augmentation du nombre de passagers et des revenus générés par les tickets.***
>
> *Henriette Cornet, membre du CO*
> *Conseil d'orientation 8 du 26 novembre 2024*

[34] NI, Jincheng, DE TRÉGLODÉ, Hervé, « Les robots-taxis chinois sont-ils l'avenir de la mobilité ? », art. cit., p. 7.



Moroine Laoufi a mentionné lors de l'atelier[35] l'absence de réglementation pour les véhicules automatisés de niveau 3 qui empêche leur commercialisation officielle en Chine. En revanche, une réglementation nationale sur les systèmes de niveau 4 a été adoptée en novembre 2023 pour permettre les déploiements de service commerciaux de robots-taxis sans opérateur à bord dans les zones pilotes.

Par ailleurs, il a souligné l'efficacité du guichet unique mis en place pour les acteurs privés souhaitant déployer des systèmes et services de mobilité automatisés. À Shanghai, par exemple, la Commission municipale des Transports les accompagne dans l'obtention des autorisations de roulage, la mise en place des tests et du service, le suivi en continu de l'exploitation jusqu'au retour sur investissement.

Cette approche centralisée facilite le déploiement des véhicules automatisés en permettant une interaction fluide avec les mêmes interlocuteurs. La ville met aussi à disposition l'infrastructure connectée pour superviser les systèmes et évaluer l'atteinte de leurs performances. Les autorités imposent toutefois aux entreprises la collecte des données en temps réel et leur mise à disposition pour le public.

Aux États-Unis, la réglementation fédérale est à l'inverse très limitée et laisse aux différents États le soin d'adopter leur propre réglementation pour encadrer la conduite automatisée. Selon Billy Riggs[36], le déploiement des robots-taxis progresse ainsi lentement parce que la plupart des États soit bâtissent des réglementations à partir de zéro, soit adoptent des réglementations similaires à la Californie, ce qui permet alors un effet de standardisation.

Face à l'avance croissante de la Chine dans la compétition sur les véhicules hautement automatisés, les professionnels du secteur poussent néanmoins pour un renforcement du soutien de l'État fédéral et l'adoption d'une réglementation harmonisée au niveau national. L'Autonomous Vehicle Industry Association (AVIA), réunissant la grande majorité des industriels, a publié en ce sens tout début 2025 une série de propositions afin de « sécuriser le leadership américain dans les véhicules automatisés »[37].

L'association en appelle à la mise en œuvre par le ministère des Transports d'un nouveau cadre fédéral pour la sécurité des systèmes de conduite automatisée qui se concentrent sur les cinq domaines clés suivants :

- sécurité, transparence et responsabilité des véhicules autonomes ;
- faire progresser le leadership américain en matière de véhicules autonomes ;
- soutenir la résilience de la chaîne d'approvisionnement grâce aux camions automatisés ;
- soutenir les régulateurs de la sécurité avec des ressources améliorées ;
- protéger la sécurité nationale tout en promouvant le leadership des véhicules autonomes[38].

[35] Atelier 27, 20/06/2024.

[36] Atelier 26, 30/05/2024, CIVA Workshop US Trends in Automated Mobility.

[37] Autonomous Vehicle Industry Association, 2025, Securing American Leadership in Autonomous Vehicles. Advancing the Framework for Automated Driving System Safety, https://urls.fr/VM_xdO.

[38] Ibid., p. 6, notre traduction.

Les débats sur la conduite automatisée sont au point mort au Congrès depuis plus de six ans, étant donné les désaccords entre démocrates et républicains sur le nombre de véhicules automatisés à autoriser sur les routes, la possibilité pour les États de fixer leurs propres standards de performance de la technologie ou encore les enjeux d'assurance en cas d'accident[39].

L'élection de Donald Trump à la présidence des États-Unis fin 2024, avec la soutien actif et financier du patron de Tesla Elon Musk, va toutefois relancer les discussions au Congrès en vue d'une réglementation fédérale autorisant le déploiement à grande échelle des véhicules automatisés de niveau 4. Si une telle mesure bénéficiait à toutes les entreprises du secteur, elle serait aussi très avantageuse pour Tesla et ses projets de développement du Cybercab et du Robovan[40].

Une course pour baisser les coûts dans un contexte de guerre économique

Par ailleurs, la guerre commerciale entre les États-Unis et la Chine va encore s'intensifier en 2025. Le nouveau président Donald Trump a en effet annoncé vouloir taxer davantage les véhicules chinois et leurs composants, dans la lignée de ce qu'avait déjà fait par deux fois l'administration Biden. Cette dernière a d'abord quadruplé à l'été 2024 les droits de douane sur les importations de véhicules électriques chinois[41].

Une nouvelle décision du ministère du Commerce prise la dernière semaine du mandat de Joe Biden début 2025 a ensuite confirmé l'interdiction de la vente et de l'importation de logiciels (software) et de composants (hardware) de véhicules connectés chinois, respectivement en 2027 et 2029, au motif d'une menace pour la sécurité nationale des États-Unis. Cette décision a également interdit aux sociétés chinoises de tester leurs véhicules automatisés sur les routes américaines[42].



De manière générale, les entreprises de robots-taxis continuent de faire face à des dépenses très élevées, étant donné les coûts liés au développement de la technologie et à la taille limitée de leur flotte de quelques centaines de véhicules. Elles cherchent donc à réduire les coûts et à améliorer leur efficacité opérationnelle en augmentant le nombre de passagers par kilomètre et par véhicule, et en créant de la valeur grâce à la proposition de services spécialisés ou additionnels.

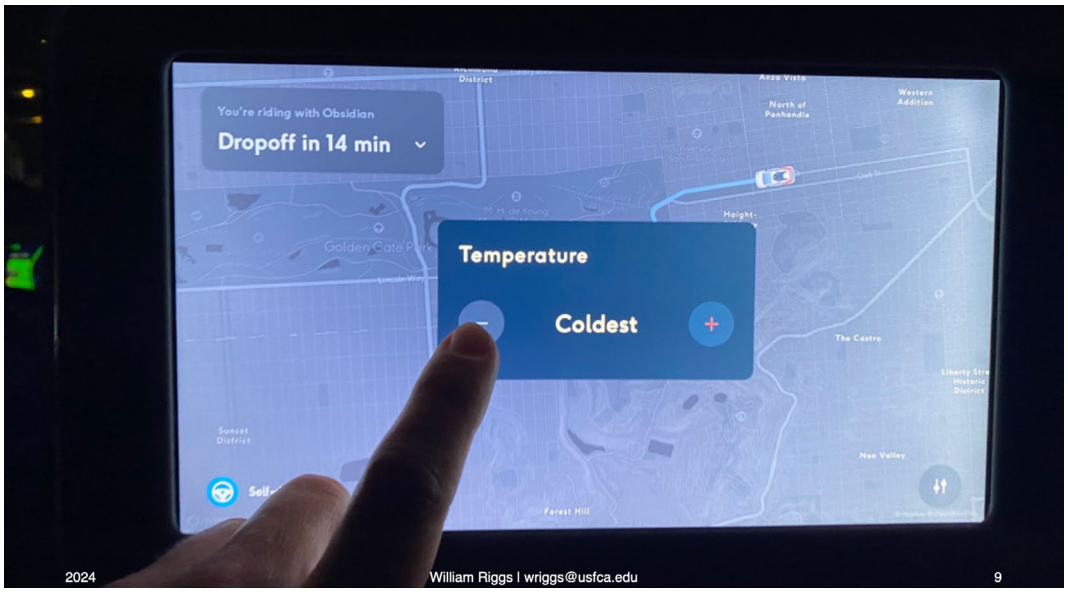
Le prix des technologies demeure en particulier un obstacle important au passage à l'échelle des services commerciaux de robots-taxis. Les leaders américains et chinois suivent la même stratégie consistant à se concentrer sur le développement de leur système de conduite automatisée (*Automated Driving System* – ADS) et à nouer des partenariats avec des constructeurs automobiles pour qu'il soit intégré à des plateformes véhicules tierces déjà homologuées et produites en série.

[39] HAWKINS, Andrew J., 2024/12/16, « As robotaxi companies stumble in the US, China's fleet is growing », The Verge, https://urls.fr/gvcB52.

[40] WELCH, David, VERSPRILLE, Allyson and BLOOMBERG, 2024/12/18, « Trump team is seeking to ease US rules for self-driving cars », Fortune, https://urls.fr/qbiws1.

[41] HAWKINS, Andrew J., 2024/08/12, « Waymo's Chinese-made robotaxis face new headwinds thanks to Biden's tariffs », The Verge, https://urls.fr/0-ajqA.

[42] BELLAN, Rebecca, 2025/01/14, « Biden admin's final rule banning Chinese connected cars also bars robotaxi testing on US roads », TechCrunch, https://urls.fr/4JWSwm.



Alors que le modèle de 5e génération de Jaguar I-PACE automatisé coûte 150 000 dollars, Waymo prévoit ainsi de baisser le prix de celui de 6e génération en limitant de 37 à 23 les capteurs (caméras, radars, lidars etc.) équipant ses robots-taxis. La plateforme véhicule utilisée sera le modèle électrique IONIQ 5 du constructeur coréen Hyundai. Par ailleurs, le partenariat initié fin 2021 avec la marque chinoise Zeekr du constructeur Geely, pour la construction d'un monospace électrique automatisé, le Zeekr RT, est toujours d'actualité début 2025[43] malgré le contexte de guerre commerciale.

De son côté, Baidu/Apollo a annoncé lors du dévoilement en mai dernier de son nouveau robot-taxi de sixième génération (RT6), produit avec le groupe JMC (Jiangling Motors Corp), qu'il coûte 204 600 yuans, soit 28 350 dollars (environ 26 000 euros), moins de la moitié du modèle précédent produit avec le constructeur automobile BAIC et estimé à plus de 66 000 dollars l'unité[44].

Cette baisse drastique des prix des robots-taxis en Chine est rendue possible par la stratégie de nombreux constructeurs qui pré-équipent leurs voitures électriques de capteurs permettant d'offrir des aides à la conduite de niveau 2 et 2+. C'est le cas, par exemple, du modèle Alpha S de la marque Arcfox, du groupe BAIC, proposant des fonctions d'ADAS de niveau 2 pour un prix compétitif de 43 000 € après déduction des aides de l'État chinois.

D'après Moroine Laoufi, cette compétitivité chinoise s'explique notamment par l'arrivée de nouveaux acteurs sur le marché du véhicule électrique, comme le géant des communications Huawei. Ce dernier fournit des composants hardware et software aux constructeurs automobiles et conçoit avec eux de nouveaux véhicules, ce qui est un atout pour baisser les coûts et préparer un passage à l'échelle des véhicules totalement automatisés.

Une concurrence qui s'étend à l'échelle internationale

Cette guerre technologique et commerciale autour des robots-taxis entre les États-Unis et la Chine s'étend désormais aussi à l'international. Les leaders du marché dans les deux pays ont en effet l'intention de démarrer le déploiement de leurs robots-taxis à l'étranger en 2025. Waymo a

[43] BOTTET, Gautier, 09/01/2025, « CES 2025 - Zeekr livrera bien son monospace électrique autonome à Waymo », Automobile Propre, https://urls.fr/A2A8re.

[44] GAVIN, William, 2024/05/16, « China's Baidu might use Tesla's self-driving robotaxis », Quartz, https://urls.fr/GCqd8Z.

par exemple annoncé en décembre 2024 lancer pour la première fois ses activités en dehors des États-Unis en signant un partenariat avec les sociétés japonaises Nihon Kotsy et GO pour faire circuler ses robots-taxis de 5e génération dans les rues de Tokyo cette année[45].

Tout en consolidant actuellement leurs capacités commerciales au niveau national, les entreprises chinoises sont également prêtes à exporter leurs véhicules automatisés. Cette stratégie de coopération internationale est impulsée et soutenue par les autorités afin d'affirmer la domination technologique et économique chinoise. Outre la compétition avec les États-Unis, cette ouverture aux marchés étrangers s'explique par la forte concurrence interne à la Chine entre les acteurs du secteur (Apollo, Pony.ai, WeRide, AutoX etc.)[46].

Baidu/Apollo regarde ainsi activement du côté de Hong Kong, de Singapour et du Moyen-Orient afin d'y déployer ses robots-taxis. Cette expansion commence aussi à toucher l'Europe, puisque plusieurs partenariats avec des constructeurs automobiles, des opérateurs de mobilité et même des États du Vieux Continent ont été annoncés dans le courant de l'année dernière.

Par exemple, Pony.ai a signé en mars 2024 un protocole d'entente avec le Luxembourg pour installer un centre de R&D dans le Grand-Duché afin d'expérimenter des véhicules automatisés dans toute l'Europe[47]. En ce qui concerne le transport public, la RATP et la société chinoise CRRC se sont associées pour développer des bus totalement automatisés[48].

Un autre exemple est la collaboration récente entre le Groupe Renault et WeRide pour un déploiement à grande échelle de navettes automatisées de niveau 4. Une première démonstration en conditions réelles s'est déroulée lors du tournoi de tennis de Roland-Garros à Paris en mai 2024[49].

Une collaboration entre l'opérateur de mobilité drômois beti et WeRide a également été annoncée le 5 décembre 2024. Elle s'est concrétisée par le lancement en mars 2025, avec la collaboration de la Macif et de Renault, d'un premier pilote de service de navettes automatisées à haut niveau de service (niveau 4), circulant sur le parc d'activités de Rovaltain à la gare de Valence TGV dans la Drôme.

Par ailleurs, la startup chinoise a révélé qu'elle allait également déployer en 2025 sa technologie dans plusieurs projets en Suisse, toujours avec Renault. Elle va d'abord fournir un service commercial de navettes automatisées à l'aéroport de Zurich, puis tester ses robot-taxis dans le cadre d'un pilote de service de transport à la demande dans la région de Furttal située au sein du canton de Zurich[50].

> ***2024 marque un tournant dans l'univers de la mobilité automatisée avec l'arrivée d'acteurs internationaux en Europe soucieux de démontrer les performances de leurs technologies de conduite automatisée et en France, avec l'engagement de Renault Group à se concentrer sur la navette automatisée. Nous sommes donc très heureux au sein de beti, de pouvoir présenter dès février 2025 un 1er système de transport automatisé en Europe de deux navettes automatisées exploitées par nos soins avec l'approche véhicules de Renault Group et la technologie de conduite automatisée de la société internationale WeRide.***
>
> *Benjamin Beaudet, Directeur général de beti*
> *février 2025*

[45] The Waymo, Nihon Kotsu, and GO Teams, 2024/12/16, « Partnering with Nihon Kotsu and GO on our first international road trip », https://urls.fr/SIX4Fs.

[46] KrASIA Connection, 2024/10/10, « Baidu's Apollo Go eyes global expansion as robotaxi race heats up », KrASIA, https://urls.fr/gPTny_.

[47] NI, Jincheng, DE TRÉGLODÉ, Hervé, « Les robots-taxis chinois sont-ils l'avenir de la mobilité ? », art. cit., p. 11.

[48] Ibid., p.12.

[49] Renault, 15/05/2024, « Véhicule autonome : Renault Group va proposer une offre de niveau 4 ambitieuse pour le transport public », https://urlz.fr/qVbn.

[50] GOPAL, Adithya, 2025/01/14, « WeRide to support autonomous pilot project in Switzerland », ADAS & Autonomous Vehicle International, https://urls.fr/XCQOCV.

DÉPLOIEMENT D'UN SERVICE DE NAVETTES AUTOMATISÉES À HAUT NIVEAU DE SERVICE SUR LE SITE DE ROVALTAIN (GARE DE VALENCE TGV – DRÔME)[51]

Le 10 mars 2025, une nouvelle étape dans la mobilité automatisée a été franchie en France avec le déploiement par beti, Macif, Renault Group et WeRide, de navettes automatisées à haut niveau de service sur le parc d'activités de Rovaltain, à la gare de Valence TGV dans la Drôme (26).

Les deux navettes automatisées, de près de 6 mètres de long et pouvant transporter jusqu'à 8 passagers, sont équipées de la technologie de conduite automatisée de niveau 4 développée par WeRide. Elles peuvent gérer seules les situations de conduite, dans un environnement appris, un domaine opérationnel défini, avec une hypervision à distance, avec ou sans opérateur à bord.

Ce projet répond à des besoins concrets en offrant une solution de transport innovante, écologique et flexible pour les salariés et les visiteurs du site. Le service de navettes, opéré sur un parcours de 3,3 km, relie la gare de Valence TGV, le parking longue durée, le hub de restauration du parc, et les plus de 150 entreprises du site qui accueillent près de 3 000 salariés sur les 162 hectares de ce pôle d'excellence économique.

L'objectif est de faciliter les déplacements des personnes au sein du parc en proposant une alternative aux trajets à pied et en favorisant une mobilité décarbonée et partagée. Ce déploiement s'inscrit dans un contexte plus large de transition vers une mobilité automatisée et servicielle, avec une supervision humaine des navettes automatisées assurée par un centre d'hypervision.

Ce déploiement sur le site de Rovaltain constitue une première sous plusieurs aspects :

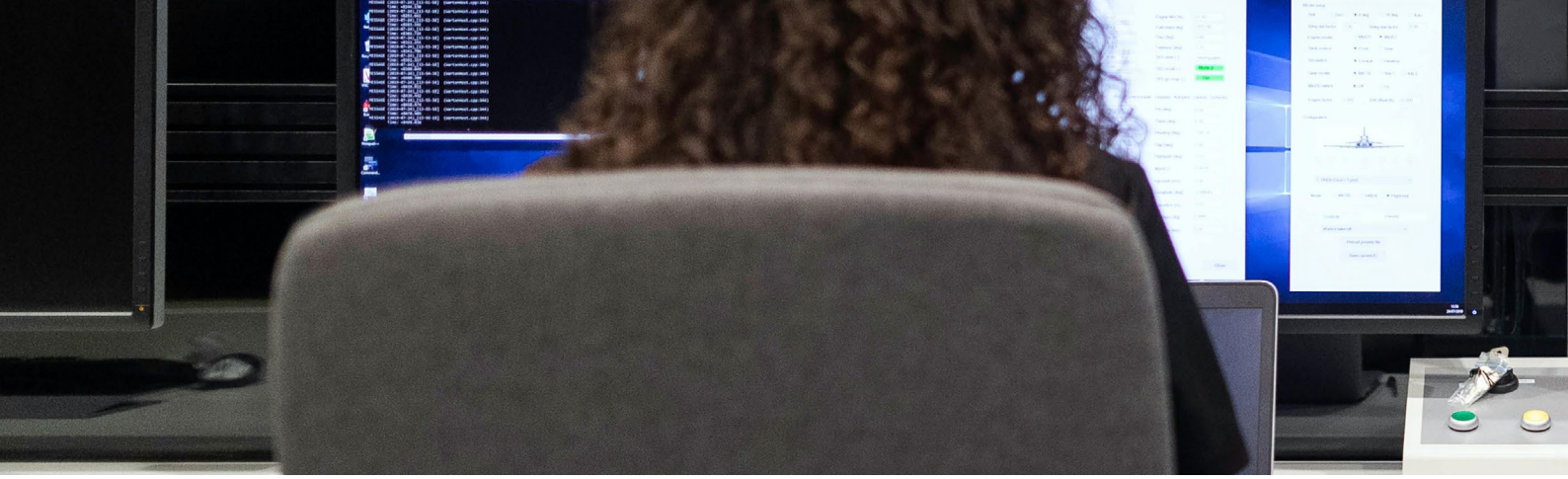
- le premier réseau de mobilité automatisé à haut niveau de service proposé par l'alliance beti, Renault Group et WeRide pour connecter une gare ferroviaire à un parc d'activités ;
- le premier déploiement à l'échelle mondiale de la technologie de conduite automatisée de la startup chinoise WeRide par un opérateur de mobilité privé local (beti) ;
- la première exploitation de navettes automatisée de niveau 4 permettant une vitesse cohérente avec les règles de circulation (jusqu'à 40km/h), le contournement dynamique d'obstacles et le déploiement d'un service d'hypervision local et français.

Une première phase d'apprentissage du service, ouvert au public du lundi au vendredi, est prévue du 10 mars au 19 avril pour démontrer la pertinence du service, la sécurité de la technologie et l'efficacité de l'exploitation. Une deuxième phase de déploiement aura ensuite lieu dès le mois de juillet afin de confirmer la dimension servicielle des navettes automatisées sans opérateur à bord.



[51] Beti, 27/02/2025, « beti déploie un service de navettes automatisées à haut niveau de service, sur le parc d'activités de Rovaltain (Valence TGV – Drôme) avec WeRide et Renault Group », communiqué de presse.


MACIF
véhicule automatisé
WeRide



Le retard de la France dans le déploiement de véhicules automatisés

La France, et plus largement l'Europe, connaissent un retard certain dans le déploiement de services de transports automatisés de voyageurs. Les expérimentations de véhicules de niveau 4, sans opérateur de sécurité à bord, ont été très peu nombreuses jusqu'à présent. Plusieurs défis techniques et non techniques sont en effet à traiter pour favoriser le passage de l'expérimentation au déploiement de services de mobilité automatisée. Dans ce but, l'État travaille à une nouvelle actualisation de la stratégie nationale pour la période 2025-2027.

Très peu d'expérimentations sans opérateur à bord

Il y avait encore très peu de véhicules automatisés sans opérateur à bord testés en France fin 2024. Les quelques expérimentations se sont déroulées principalement sur des sites privés, comme pour les navettes EasyMile opérées par Keolis au Centre National du Tir Sportif à Châteauroux depuis 2022 et sur la base de Francazal à Toulouse en juillet 2024[52].

L'opérateur de mobilité beti a également déployé deux navettes automatisées similaires entre mai et octobre 2024 sur le site de FM Logistic à Escrennes dans le Loiret, dans le cadre du projet européen SHOW. Une partie de l'expérimentation s'est déroulée sans opérateur à bord des navettes grâce à la mise en place d'une supervision à distance depuis le siège de l'entreprise dans la Drôme. Elle s'est accompagnée du maintien sur le site de déploiement d'un opérateur terrain pour gérer la mise en service et la recharge des véhicules[53].

Concernant les expérimentations en milieu ouvert, EasyMile a fait circuler sa première navette automatisée de niveau 4 avec des passagers sur le site de l'Oncopole à Toulouse début 2022 dans le projet SAM[54]. De son côté, MILLA Group a exploité en 2024 une navette supervisée à distance pour du transport à la demande à Vélizy dans les Yvelines dans le cadre du projet 5G Open Road[55].

La circulation sur route ouverte de véhicules automatisés sans opérateur à bord doit surtout s'accélérer en 2025-2026. Plusieurs pilotes, préfigurant le déploiement de véritables services de transport public et partagé automatisés, ont en effet été retenus dans le cadre de l'appel à projets « Mobilités routières automatisées, infrastructures de services connectées et bas carbone » de France 2030[56]. Outre les projets RIMA et 5G Open Road déjà mentionnés, on peut aussi citer parmi les lauréats :

- le projet MACH2 de test d'une flotte de six minibus automatisés pour du transport collectif dans le centre-ville de Châteauroux dans l'Indre ;
- le projet MOB-AUTO² de déploiement de deux navettes automatisées sur l'autoroute A10 pour compléter un service de car express régional entre le pôle multimodal de Longvilliers et les gares de Briis-sous-Forges et Massy en Essonne et dans les Yvelines ;
- le projet YELO DETA d'un service de transport à la demande automatisé via quatre navettes circulant sur huit communes périurbaines de l'agglomération de La Rochelle en Charente-Maritime.

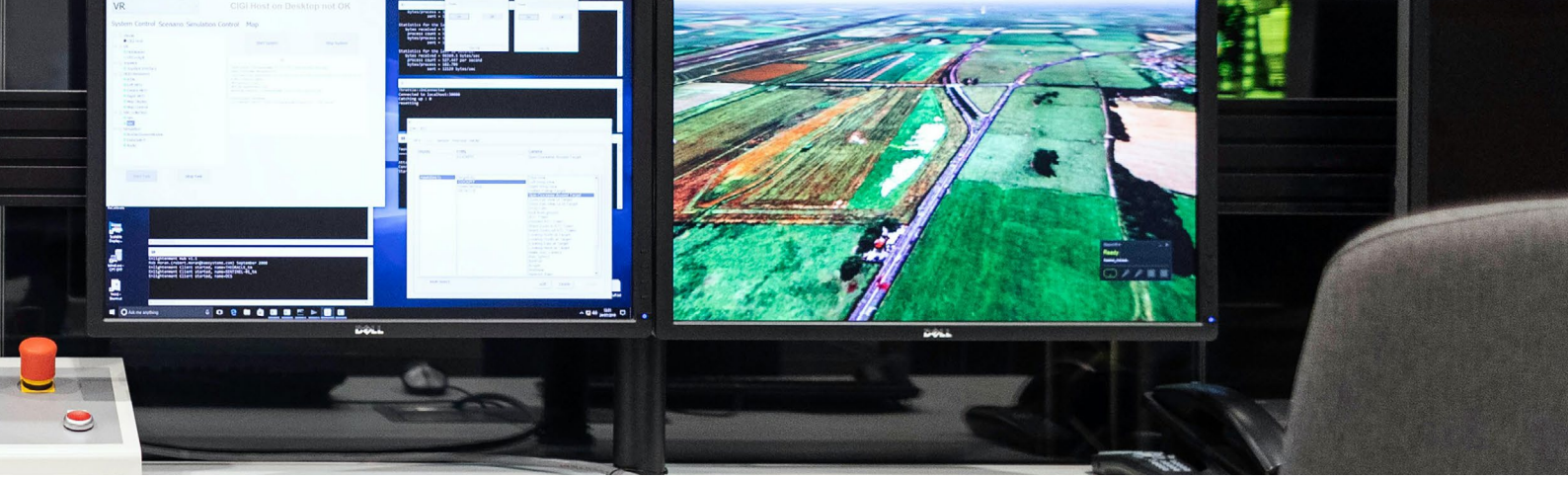
[52] CLAVEAU, Émeric, SANGLIER, Cédric, 26/09/2024, « Keolis - Cas concret d'une expérimentation de Mobilité Autonome en circulation », Transports routiers automatisés : de l'expérimentation au déploiement, Rendez-Vous Mobilités du Cerema, https://urlr.me/NPZjnJ.

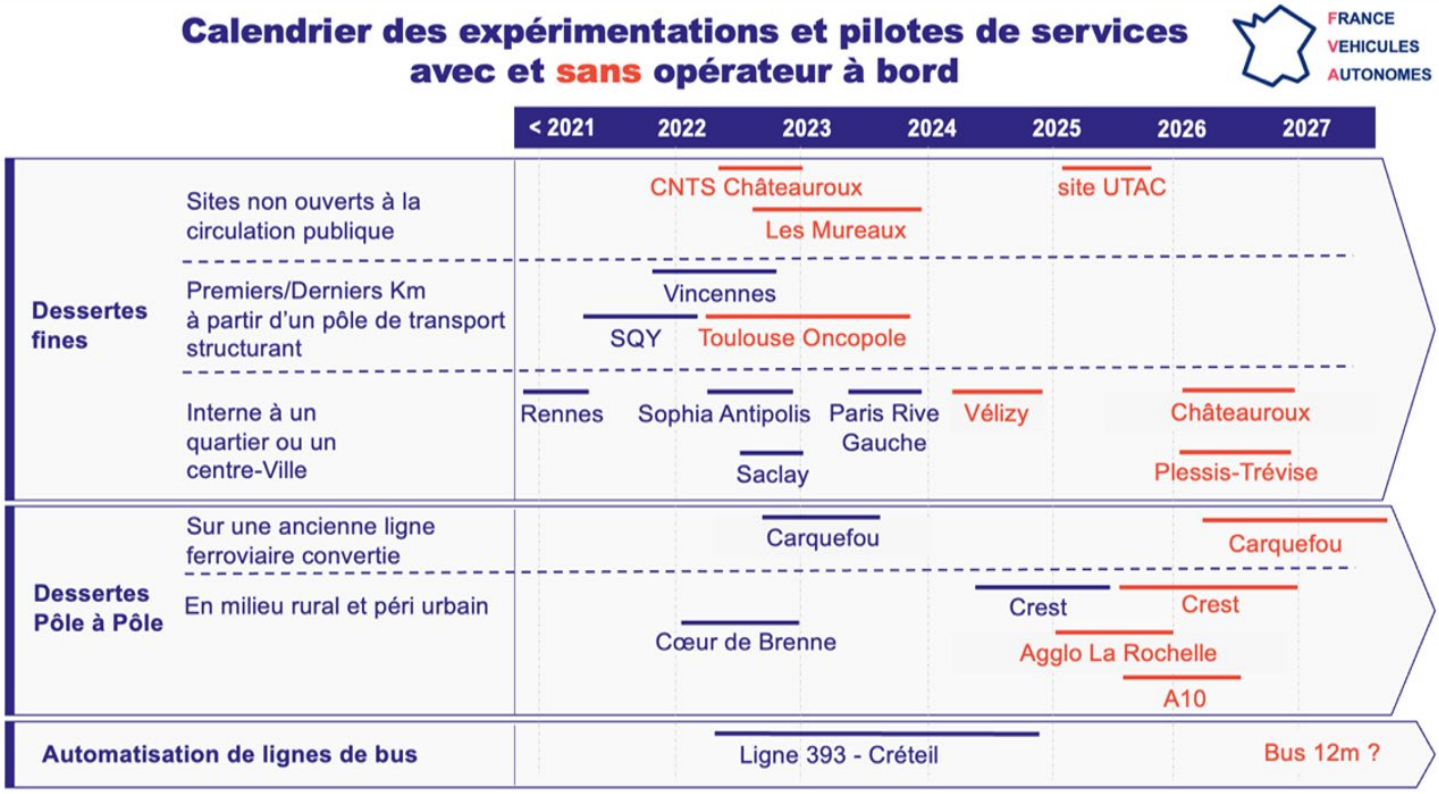
[53] Beti, Service sur site fermé chez FM Logistic de niveau L4 – Projet SHOW en 2024, https://urlr.me/EzHsKf.

[54] Projet SAM, Service de rabattement sans opérateur à bord à Toulouse Oncopole, Expérimentation du véhicule routier automatisé, https://urls.fr/CPmkfB.

[55] Voir Webinaire CEREMA 5G Open Road, juin 2024

[56] Gouvernement, 26/05/2023, « France 2030 : 8 nouveaux projets de mobilité routière automatisée et connectée dans les territoires », Communiqué de presse, Annexe : liste des projets, https://urlr.me/EjrYcg.





Source : Plateforme automobile (PFA), Séminaire des Territoires, Calendrier de déploiement transport public automatisé, 14 mai 2024, https://urlr.me/Sreut9.

FOCUS SUR LE PROJET MOB-AUTO² DE NAVETTES CONNECTÉES ET AUTOMATISÉES SUR AUTOROUTE[57]

Contexte

Les lignes de Cars Express régionaux, comme celle reliant le pôle multimodal de Longvilliers dans les Yvelines et les gares de Briis-sous-Forges et Massy dans l'Essonne, permettent de répondre aux besoins de mobilité des usagers en assurant un report modal de la voiture individuelle vers les transports collectifs, et ainsi d'économiser environ 1500 tonnes de CO^2 par an. Cette ligne du réseau Île-de-France Mobilités attire de nombreux voyageurs et atteint, de fait, sa limite de capacité en heure de pointe, tout en ayant une fréquence très réduite en heure creuse.

Objectif

L'objectif du projet MOB-AUTO² (MOBilité AUTOmatisée sur AUTOroute connectée) est de compléter l'offre de cars existante sur l'autoroute A10 avec une navette automatisée (12 places, 30 trajets/jour, soit environ 350 passagers au quotidien) et ainsi d'accompagner la forte croissance de la demande : en augmentant la fréquence des trajets pour améliorer la qualité de service aux heures creuses et en offrant des trajets d'appoint, pour absorber les volumes saturés aux heures de pointe.

Système mis en œuvre

Le projet MOB-AUTO² présente plusieurs innovations, à la fois technologiques et servicielles, qui lui permettent de proposer un service de mobilité collectif et automatisé intégrant :

- un système automatisé No-Op (sans opérateur à bord) à 80 km/h ;
- un système robuste de supervision et d'intervention ;
- l'infrastructure connectée et sécurisée pour assister le système automatisé dans le franchissement de points singuliers sur autoroute (péages, insertions et accès aux voies de cars, travaux et autres incidents).

Parcours

Le site d'expérimentation pour les délégations de conduite est situé en Île-de-France et englobe plusieurs sections stratégiques permettant de tester les technologies d'automatisation en conditions réelles sur un réseau varié de routes. Les expérimentations seront menées sur un itinéraire de 28 km, principalement en milieu autoroutier, reliant les trois stations suivantes :

- Parc multimodal de Longvilliers (station Le Plessy-Mornay);
- Briis-sous-Forges (station Gare autoroutière);
- Massy (station Gare Routière Atlantis).

Ce parcours a été conçu pour permettre des essais de délégation de conduite sur différents types de routes, allant des voies autoroutières aux routes secondaires, tout en intégrant des segments réservés aux transports en commun. L'itinéraire présente des conditions variées, essentielles pour évaluer la fiabilité, la sécurité et la performance des technologies d'automatisation, notamment dans des environnements urbains et périurbains.

Partenaires

Le projet MOB-AUTO² est mené par 4 partenaires :

- Vinci Autoroutes, concessionnaire autoroutier, exploitant l'autoroute A10 sur cette section, qui mettra en place des capacités de perception de bord de route et une plateforme logicielle connectée pour accompagner l'évolution des navettes automatisées ;
- Milla Group constructeur de navettes électriques automatisées, qui développera la solution de navette automatisée et de supervision du service ;
- Groupe Savac, Société de transport de voyageurs et opérateur de la ligne existante, qui opérera le service de navettes automatisées ;

[57] Les éléments de cet encadré sont tirés de Moroine LAOUFI (VINCI Autoroutes), Alexandre IGNACE (Groupe SAVAC), Nour-Eddin EL FAOUZI (Université Gustave Eiffel) et Jospeh KOKOLO (MILLA GROUP), « MOB-AUTO² : expérimentation de navettes connectées et automatisées sur autoroute », 52e congrès ATEC ITS France, 21 janvier 2025, Paris, Beffroi de Montrouge.

- Université Gustave Eiffel, aux connaissances reconnues dans les domaines de la mobilité, des infrastructures et des transports et qui évaluera les impacts du système de mobilité automatisée et sa contribution au bien commun.

Planning

Le projet a démarré en juillet 2023 pour une durée de 3 ans :

- [1 an] Développement du système ;
- [6 mois] Marche à blanc (roulages techniques avec opérateur et sans passager) ;
- [6 mois] Expérimentation avec opérateur (avec panel fermé de passagers) ;
- [6 mois] Expérimentation sans opérateur (avec panel fermé de passagers) ;
- [6 mois] Expérimentation étendue sans opérateur (avec panel élargi de passagers).
- La première année du projet a permis de préciser les particularités du parcours et d'adapter les systèmes développés par Milla pour répondre aux exigences de sécurité associées, tout en suivant les procédures nécessaires à la démonstration de la sécurité, y compris pour les procédures d'intervention et de sécurisation.

Navettes

Le projet teste deux navettes automatisées électriques basées sur une plateforme robotisée homologuée M2 et certifiée crash-test, d'une capacité de 12 places « assis-ceinturé » pour le compartiment passager. Le système d'automatisation ajouté en parallèle du système d'origine du véhicule (plateformes software et hardware (capteurs + actionneurs) redondées) permet une conduite en mode manuel si nécessaire. La géolocalisation (GNSS) et la connectivité (5G et V2X) permettent une supervision de la navette à distance, une communication temps réel avec l'infrastructure et une interaction continue avec les passagers.

Supervision

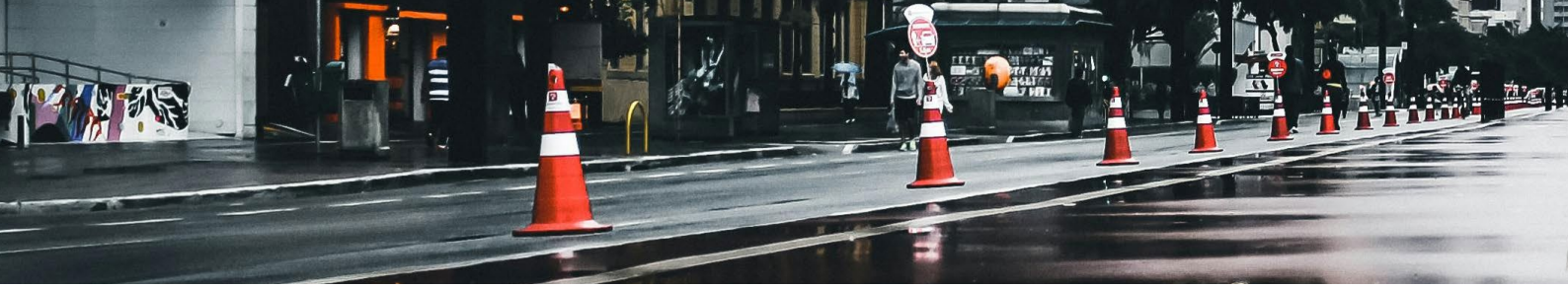
Un centre de supervision opérationnel chez Milla ainsi que plusieurs postes de supervision déployés pour le projet :

- 2 postes de supervision chez Savac pour le suivi continu des navettes pendant les phases d'opération ;
- 1 poste de supervision chez Milla pour accompagner les superviseurs Savac ;

En addition, il convient de noter que 2 opérateurs de terrain sont assignés pendant les phases d'opération en « No-OP » pour être prêts à intervenir sur les navettes en cas de sortie du mode autonome.

Infrastructure

La plateforme I2V Vinci permet à l'infrastructure de collecter (systèmes de perception), formater les données et transmettre (standards V2X, communication longue et courte portée) des informations en temps réel au système (Navette + Supervision) pour l'aider à gérer des points singuliers. Trois familles de cas d'usage sont traitées : anticipation d'évènements sur la route (obstacles, piétons, véhicules, météo, travaux, etc.), franchissement des zones de péage (configuration et état des feux/barrières), et accès voie de bus et insertion (états des barrières d'accès et risques de collision aux insertions).



Les défis du passage de l'expérimentation au déploiement

Le symposium national sur les usages de la mobilité routière automatisée et sa sécurité, organisé début décembre par la DGITM[58], a souligné la phase de transition entre l'expérimentation et le déploiement dans lequel se trouve le secteur en France fin 2024. Cela s'explique par les difficultés plus globales des acteurs en Europe à intégrer les technologies numériques et l'intelligence artificielle dans de nouveaux produits et services à cause de financements plus faibles et de lourdeurs réglementaires qui entravent l'innovation[59].

Les interventions lors du symposium ont ainsi mis en exergue plusieurs défis à relever afin de permettre le passage au déploiement à grande échelle de services de mobilité automatisée sans opérateur à bord. D'un point de vue technique d'abord, la sécurité d'un système de transport routier automatisé (STRA) reste à démontrer dans les faits. Des enjeux persistent également autour de l'intervention à distance et des besoins en matière de connectivité.

Le déploiement de services de transport public automatisés nécessite en outre de travailler sur les incertitudes et les défis non techniques qui demeurent concernant :

- **l'harmonisation réglementaire** aux niveaux national, européen et international sur l'homologation des véhicules, la sécurité des systèmes et les conditions de leur déploiement ;
- **le marché adressable et les cas d'usage pertinents** (nouveaux services ou automatisation des lignes de transport public existantes, en zones urbaine, périurbaine ou rurale, sur sites privés ou routes ouvertes, etc.) ;
- **la gestion par les opérateurs de la supervision à distance** en termes de coûts, de nouvelles compétences nécessaires pour l'exploitation, l'entretien et la maintenance des véhicules, et de mutualisation des services, des équipements et des équipes d'intervention ;
- **l'accompagnement des collectivités territoriales** sur le financement du matériel roulant, notamment celles qui sont déjà passées à des flottes de véhicules électriques, et la projection dans le déploiement d'un service de mobilité automatisée ;
- **l'acceptabilité et l'expérience usager en l'absence d'humain** dans le véhicule afin de lever les craintes des utilisateurs, en particulier parmi les personnes fragiles (âgées, en situation de handicap, etc.) ou non habituées à utiliser les transports en commun[60];
- **l'animation de la coopération public-privé** pour partager les enseignements tirés des expérimentations et enrichir le bien commun en vue d'une meilleure sensibilisation et information des collectivités locales qui souhaitent déployer.

Vers une nouvelle actualisation de la stratégie nationale pour 2025-2027

Face à ces différents enjeux, la France travaille à une mise à jour de sa stratégie nationale sur le développement de la mobilité routière automatisée et connectée initiée en 2018. Pour rappel, les précédentes actualisations en 2021 et en 2023 ont permis d'élaborer la réglementation pour le déploiement de véhicules et services totalement automatisés de transport de voyageurs. Ce cadre réglementaire, désormais finalisé, est parmi les plus complets de tous les pays développés.

Elles se sont également concentrées sur le soutien à l'innovation et l'accompagnement des acteurs au déploiement, aussi bien les industriels qui développent les technologies et opèrent ces nouveaux services de mobilité, que les collectivités locales qui

[58] Voir le programme et les présentations des intervenants disponibles sur le site du ministère à https://urls.fr/bbYzSP.

[59] DRAGHI, Mario, The future of European competitiveness. Part B : in-depth analysis and recommendations, September 2024.

[60] Moins de deux tiers des Français (61 %) déclarent qu'ils pourraient utiliser un service de transport en commun automatisé sans aucun opérateur à bord, selon une étude Harris Interactive pour le ministère du Partenariat avec les territoires et de la Décentralisation réalisée à partir d'une enquête en ligne du 14 au 17 octobre 2024 auprès d'un échantillon de 1024 personnes représentatif des Français âgés de 18 ans et plus. Transport routier automatisé et les véhicules à délégation de conduite : le regard des Français en 2024, décembre 2024.



les mettent en place sur leur territoire. Dans ce but, l'État a financé des expérimentations et des pilotes de service via des appels à projets.

L'équipe de la haute responsable de la stratégie nationale, Anne-Marie Idrac, et le programme France Véhicules Autonomes, piloté par la Plateforme automobile (PFA), ont aussi organisé des groupes de travail sectoriels et des séminaires réguliers en vue de favoriser les échanges entre les administrations, les filières professionnelles et les représentants des territoires.

Par ailleurs, certains sujets ont été progressivement intégrés aux priorités de l'action publique dans le domaine et restent encore à approfondir. C'est notamment le cas du développement de la logistique et du fret automatisé, ainsi que de la connectivité et des échanges de données entre véhicules et infrastructures.

La nouvelle actualisation pour la période 2025-2027, qui n'a pas encore été dévoilée officiellement au moment d'écrire ces lignes, s'inscrit dans le prolongement des actions précédentes. En s'appuyant sur les principes de sécurité, de progressivité et d'acceptabilité qui guident la stratégie nationale depuis ses débuts, elle vise à accélérer le déploiement à l'échelle de services de mobilité routière automatisée et connectée en France.

S'ils ne sont pas définitifs et donc à prendre avec précaution, l'administration et les acteurs de l'écosystème ont identifié plusieurs axes d'action[61] à court et moyen termes, tels que :

- massifier la demande en vue de permettre le développement d'une offre souveraine sur les systèmes intégrés ;
- répondre au besoin de soutien lié au passage entre l'expérimentation et le régime de déploiement ;
- préparer la montée en puissance du besoin de compétences ;
- conforter le cadre réglementaire français et sa visibilité à l'international ;
- faciliter les échanges de données pour l'amélioration de l'information et la sécurité routières.

Un autre axe de renforcement concerne l'animation de la stratégie nationale et du bien commun entre les multiples parties prenantes publiques et privées. En effet, un enjeu essentiel consiste à recueillir, organiser et diffuser les connaissances et les enseignements des expérimentations et des pilotes de service de mobilité automatisée.

Malgré la création d'un centre de ressources partagées en ligne, les échanges lors du symposium de décembre ont souligné le besoin de renforcer les efforts pour rendre accessible et utilisable ce bien commun par les villes et les collectivités locales en France et en Europe qui voudraient déployer des services de mobilité automatisée et ainsi permettre le passage à l'échelle.

Or, l'animation prévue dans le cadre du programme national Expérimentation du Véhicule Routier Autonome (EVRA) s'est terminée en 2023 avec la fin des projets SAM[62] et ENA[63]. L'institut Vedecom a donc été mandaté pour continuer le travail en France d'animation et de structuration du bien commun issu des pilotes de services de l'appel à projets « mobilité routière automatisée », aux côtés de la DGITM et de France Véhicules Autonomes.

C'est aussi la mission du partenariat CCAM (*Connected, Cooperative and Automated Mobility*) en Europe. Créé en 2021, il réunit la Commission européenne et l'association des acteurs publics et privés impliqués sur ces thématiques dans les pays membres. Son responsable, Stéphane Dreher, a rappelé l'existence du projet FAME (Framework for coordination of Automated Mobility in Europe). Lancé en 2022, il vise justement à développer des méthodologies et des outils communs ainsi qu'à faciliter le partage des connaissances autour des démonstrations à grande échelle[64].

[61] DGITM/DMT/TUD, Mobilité routière automatisée et connectée : mise à jour de la stratégie nationale, document de consultation, 4 décembre 2024.

[62] Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome.

[63] Expérimentations de Navettes Autonomes.

[64] Voir le descriptif du projet sur le site du CCAM au https://www.ccam.eu/projects/fame/.

✦

ENJEUX DE SÉCURITÉ DES SYSTÈMES DE TRANSPORT ROUTIER AUTOMATISÉS

L'un des enjeux majeurs pour permettre le déploiement des systèmes de transport routier automatisés (STRA) concerne la sécurité. En effet, l'amélioration de la sécurité routière est au cœur du développement de l'automatisation de la conduite depuis ses débuts.

Des réglementations ont été définies aux niveaux international, européen et national fixant des principes exigeants pour la conception et l'exploitation des véhicules automatisés afin de renforcer la confiance des parties prenantes et favoriser l'usage de ces nouvelles solutions de mobilité.

Un aspect clé réside toutefois dans la démonstration de la sécurité des systèmes de transport routier automatisés qui repose, en pratique, sur une diversité d'acteurs concernés, d'étapes à respecter, ainsi que de scénarios et de tests à réaliser.

Sécurité routière et automatisation de la conduite

La réduction drastique des accidents de la route est une promesse clé des véhicules sans conducteur. Des critiques ont toutefois rapidement émergé autour de l'amélioration réelle de la sécurité routière grâce à l'automatisation. En outre, les véhicules automatisés et connectés peuvent faire l'objet de cinq grands risques opérationnels en matière de sécurité.

La promesse d'une réduction des accidents de la route

L'engouement autour de l'automatisation de la conduite s'explique par une promesse marquante de ses promoteurs : l'essentiel des accidents automobiles serait imputable à des erreurs humaines, et donc l'exclusion de l'humain de l'activité de conduite devrait permettre in fine de réduire d'une manière très significative le nombre d'accidents.

Nathalie Irisson, Responsable de missions chez Macif, a rappelé à ce propos, lors de l'atelier[65] sur la prévention des risques routiers et la sécurité d'un système de transport automatisé, que l'humain est impliqué dans 90 % des accidents mortels.

Dans les années 2010, les promoteurs des véhicules automatisés promettaient une forte réduction des accidents, estimée par l'agence fédérale américaine chargée de la sécurité routière, la *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA), à 94 % avec des véhicules entièrement automatisés[66] (niveau 5). D'autres études ont souligné une baisse de la sinistralité qui serait notable dès les premiers niveaux d'automatisation de la conduite[67] – principalement grâce aux mécanismes d'aide à la conduite (Advanced Driver Assistance Systems – ADAS).

D'après une étude plus récente évaluant l'impact de plusieurs ADAS sur la sécurité routière aux États-Unis, l'utilisation de l'avertisseur de collision avant et du freinage automatique d'urgence permettrait de réduire de 42 % le risque de collision arrière grave[68]. Or, les accidents mortels par collision arrière représentaient en 2022 en France 19 % des personnes tuées sur

[65] Atelier 29, 25/09/2024.

[66] U.S. Department of Transportation, 2018, Preparing for the future of transportation: Automated vehicles 3.0.

[67] BCG, Morgan Stanley, 29/09/2016, Motor Insurance 2.0.

[68] AUKEMA, Amy, BERMAN, Kate, GAYDOS, Travis, SIENKNECHT, Ted, Chou-Lin, WIACEK, Chris, CZAPP, Tim & ST LAWRENCE, Schuyler, 2023. "Real-world Effectiveness of Model Tear 2015-2020 Advanced Driver Assistance Systems". In 27th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, National Highway Traffic Safety Administration, No. 23-0170.



autoroute et 6 % de celles sur les routes hors agglomération[69].

Le premier accident mortel impliquant un véhicule à délégation de conduite d'Uber et une cycliste traversant la route à pied de nuit, au mois de mars 2018 en Arizona, a toutefois changé la donne. Sa très forte médiatisation a en effet conduit à une prise de conscience par le public et les autorités des forts risques que présentait encore la technologie de conduite automatisée.

Selon une étude du cabinet Deloitte réalisée en 2019, 60 % des consommateurs en Europe (Allemagne, Autriche, Belgique, France, Italie, Pays-Bas et Royaume-Uni) se disaient alors plus méfiants vis-à-vis des véhicules fortement automatisés du fait de la médiatisation des accidents. D'où une demande accrue des consommateurs de voir l'État réguler l'émergence de ces nouveaux véhicules[70].

Des critiques concernant l'amélioration réelle de la sécurité routière

La promesse d'une quasi-élimination des accidents grâce aux véhicules automatisés est de plus en plus remise en cause, notamment parce qu'elle suppose que l'exclusion de l'humain suffirait pour réduire les accidents. Une étude de l'Institut de l'assurance pour la sûreté des routes américaines (*Insurance Institute for Highway Safety* – IIHS) a révélé en 2020 que seulement 34 % des collisions sont directement liés à des erreurs humaines, les autres relevant de multiples erreurs ou de défaillances techniques n'étant pas uniquement imputables au conducteur[71].

Une deuxième critique concerne l'absence de prise en compte de l'effet des premiers niveaux d'automatisation. Le comité des experts du Conseil National de la Sécurité Routière (CNSR) a souligné dans un récent rapport que les conducteurs ont en général une faible ou mauvaise connaissance des performances et des limites des systèmes d'aide à la conduite, engendrant une plus grande prise de risque[72].

L'introduction de systèmes d'aide à la conduite de plus en plus sophistiqués, notamment de délégation de conduite (niveau 3), présente également le risque d'accroître les accidents avec les autres véhicules, mais aussi les usagers vulnérables (piétons, cyclistes, etc.). En effet, le conducteur doit superviser ces systèmes et reprendre la main rapidement en cas de défaillance. Les experts du CNSR recommandent ainsi d'inclure dans les programmes de formation initiale et continue à la conduite la prise en main et les précautions d'usage des différentes aides à la conduite[73].

La troisième critique porte sur la cohabitation entre les véhicules classiques et les véhicules fortement automatisés pendant les premières années de leur déploiement. Cette période de transition pourrait se traduire par une hausse du nombre d'accidents, imputables en partie à la difficulté des autres usagers à comprendre et anticiper le comportement des véhicules fortement automatisés, ou la tendance de certains conducteurs à adopter des attitudes imprévisibles, voire mal intentionnées, à leur égard[74].

[69] ONISR, 2022, La sécurité routière en France. Bilan de l'accidentalité de l'année 2022, p. 158.

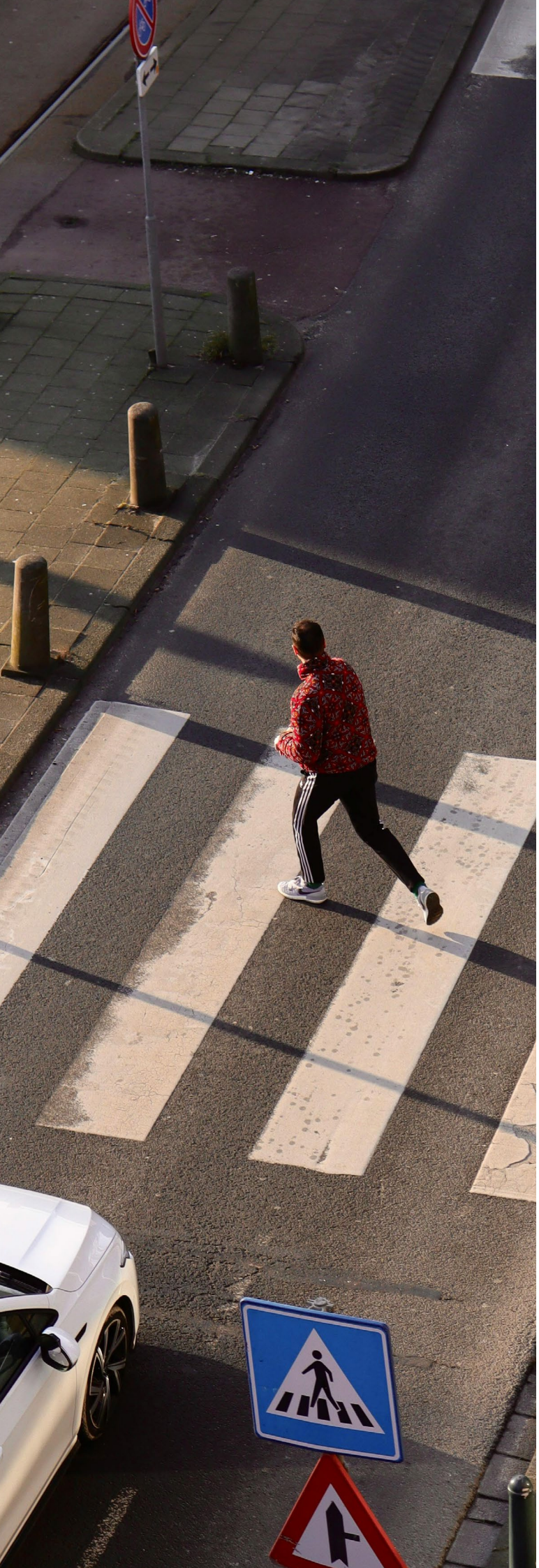
[70] Deloitte, January 2020, Global Automotive Consumer Study. Is consumer interest in advances automotive technologies on the move?

[71] IIHS, May 2020, What humanlike errors do autonomous vehicles need to avoid to maximize safety?

[72] Conseil National de la Sécurité Routière, comité des experts, Aides à la conduite, rapport soumis à la séance plénière du CNSR du 15 décembre 2023, p.22.

[73] Ibid., p.24

[74] MOORE, Dylan, CURRANO, Rebecca, SHANKS, Michael, SIRKIN, David, March 2020, "Defense Against the Dark Cars: Design Principles for Griefing of Autonomous Vehicles", Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, pp. 201-209.



Une dernière critique souligne la tendance à sous-estimer la capacité de l'humain à faire face à des situations complexes et à les anticiper. Souvent, les conducteurs évitent des collisions sur la base d'une simple intuition. Au contraire, l'apprentissage par le système de conduite automatisée est fondé sur la somme des situations qui lui est soumise. La capacité à agir selon le contexte plutôt que par rapport aux règles est une difficulté pour ce dernier, d'autant plus lorsqu'il faut prendre en compte la singularité des situations et la diversité des personnes rencontrées sur la route.

L'évolution rapide ces dernières années de la technologie de conduite automatisée et l'expérience gagnée par les leaders américains et chinois des robots-taxis pousse toutefois à reconsidérer le sujet. Une étude récente de Waymo et du réassureur Swiss Re a comparé les recours en responsabilité liées aux collisions de ses robots-taxis avec celles impliquant des conducteurs humains.

Sur 25,3 millions de miles parcourus en totale autonomie, les véhicules de Waymo ont fait l'objet de neuf réclamations pour dommages matériels et deux réclamations pour dommages corporels, contre 78 pour dommages matériels et 26 pour dommages corporels pour les conducteurs humains sur la même distance, soit une réduction respective de 88 % et 92 % des accidents[75].

Cinq risques opérationnels de sécurité

En complément de ces critiques générales concernant l'amélioration réelle de la sécurité routière, certaines expérimentations ont permis d'identifier des risques spécifiques liés au déploiement des véhicules hautement automatisés et connectés (niveau 4).

Lors de l'atelier sur la prévention des risques routiers et la sécurité du transport automatisé[76], le lieutenant-colonel Stéphane Milet, commandant de l'Observatoire central de systèmes de transports intelligents (OCSTI) de la Gendarmerie nationale, a précisé qu'il convient d'anticiper cinq risques de sécurité liés au développement de l'automatisation de la conduite.

[75] The Waymo Team, 2024/12/19, New Swiss Re study: Waymo is safer than even the most advanced human-driven vehicles, https://waymo.com/blog/2024/12/new-swiss-re-study-waymo.

[76] Atelier 29, 25/09/2024.

Le premier risque concerne l'interaction avec les forces de sécurité, où les véhicules peuvent ignorer l'ordre de s'arrêter, créant des situations de refus d'obtempérer. Le deuxième risque porte sur l'incivilité des usagers, comme doubler des véhicules automatisés de manière imprudente ou ignorer les règles de circulation.

Le mésusage des systèmes constitue le troisième risque, puisque des conducteurs pourraient ne pas comprendre les limitations des véhicules sans conducteur, entraînant ainsi des accidents en cas de réaction tardive à des situations critiques.

Quatrièmement, les risques cybernétiques sont particulièrement préoccupants, car les véhicules automatisés et connectés sont vulnérables aux cyberattaques, allant du vol à des prises de contrôle à distance, ce qui a conduit à un renforcement des mesures de cybersécurité chez les constructeurs.

Enfin, le cinquième risque porte sur les attaques physiques ciblant les centres de supervision, tout comme l'utilisation de techniques telles que le spoofing GPS pour tromper les systèmes des véhicules, entraînant des conséquences potentiellement graves, comme le blocage de la circulation.

Par ailleurs, le lieutenant-colonel Milet a précisé que la question de l'interaction avec les forces de l'ordre n'a pas toujours été prise en compte par les constructeurs et les concepteurs de systèmes de conduite automatisée. Toutefois, la gestion des interactions des véhicules automatisés avec les forces de secours et d'intervention est désormais considérée dans la stratégie nationale[77].

Par exemple, une des expérimentations du projet SAM (Sécurité et Acceptabilité de la Mobilité Autonome) a permis d'évaluer la signalisation pour les motards de la gendarmerie de l'état de délégation de conduite. Bien que limitée à six motards, les résultats ont montré que ces derniers considéraient cette signalisation comme un plus, mais pas comme essentielle, car elle n'affectait pas significativement leur façon d'intervenir.



[77] DGITM/DMR/TUD, 06/09/2024, Systèmes de transports routiers automatisés : interaction fonctionnelles entre les véhicules automatisés et les forces de sécurité intérieure et de sécurité civile, https://urls.fr/cLC9JE.

Règles et principes encadrant la sécurité des véhicules automatisés

La sécurité des véhicules automatisés est encadrée au niveau international, européen et national. En France, le cadre réglementaire impose le respect du principe du « globalement au moins équivalent » pour garantir la sécurité des systèmes, mais un débat existe pour savoir s'il faut également fixer des objectifs de sécurité chiffrés.

Une réglementation internationale et européenne structurante

Les exigences de sécurité s'imposant aux véhicules automatisés se retrouvent dans le cadre légal et réglementaire qui encadre leur circulation aux niveaux international et européen. L'adoption au printemps 2020 du règlement de l'ONU sur les systèmes automatisés de maintien dans la voie[78], dit ALKS (*Automated Line Keeping Systems*), a permis d'encadrer l'homologation des véhicules à délégation de conduite (niveau 3) circulant sur autoroute ou voie séparée jusqu'à 60 km/h.

Deux autres règlements ont été adoptés en 2020 par la CEE-ONU sur la mise à jour logicielle[79] et la cybersécurité[80]. Ces derniers conditionnent l'homologation du véhicule au fait, pour le constructeur, de démontrer qu'il a pris les dispositions et les procédures satisfaisantes pour gérer l'ensemble des menaces et minimiser les risques cyber à un niveau acceptable dès la conception (*security by design*) et tout au long du cycle de vie du véhicule.

Du côté de l'Europe, le règlement d'exécution 2022/1426[81] de la Commission européenne définit les procédures uniformes et les spécifications techniques pour l'homologation par type des véhicules équipés de systèmes de conduite automatisés de niveau 4, circulant sur des zones ou des parcours prédéfinis. Il énonce également des exigences en matière de sécurité de ces systèmes automatisés[82]



[78] Nations unies, Commission économique pour l'Europe, 06/04/2020, Proposition de nouveau Règlement ONU énonçant des prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne leur système automatisé de maintien dans la voie, ECE/TRANS/WP.29/2020/81.

[79] United Nations, Economic Commission for Europe, 2020/03/31, Proposal for a new UN Regulation on uniform provisions concerning the approval of vehicles with regards to software update and software updates management system, ECE/TRANS/WP.29/2020/80.

[80] United Nations, Economic Commission for Europe, 2020/06/23, Proposal for a new UN Regulation on uniform provisions concerning the approval of vehicles with regards to cyber security and cyber security management system, ECE/TRANS/WP.29/2020/79 Revised.

[81] Union européenne, 26/08/2022, Règlement d'exécution (UE) 2022/1426 de la commission du 5 août 2022 établissant des règles relatives à l'application du règlement (UE) 2019/2144 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les procédures uniformes et les spécifications techniques pour la réception par type des systèmes de conduite automatisée (ADS) des véhicules entièrement automatisés, Journal officiel de l'Union européenne, https://urls.fr/zijGtB.

[82] DGITM/DMR/TUD, février 2023, Règlement d'application européen pour l'homologation des véhicules équipés de systèmes de conduite automatisée, présentation synthétique, https://urls.fr/oR0V32.

Il existe par ailleurs un guide commun d'interprétation et des recommandations techniques partagées concernant les objectifs généraux et à la démonstration de sécurité afin d'avoir une mise en œuvre harmonisée au sein de l'Union européenne. Les 27 États membres restent en effet libres d'encadrer la sécurité des véhicules entièrement automatisés déployés sur leur territoire.

Par exemple, l'Allemagne a renforcé en décembre 2024 sa stratégie et sa réglementation sur la conduite automatisée dans les transports publics et le transport de marchandises[83]. La Suisse a annoncé au même moment qu'elle allait permettre aux cantons d'autoriser la circulation à partir de mars 2025 de véhicules automatisés supervisés à distance sur des itinéraires prédéfinis[84].

Le cadre réglementaire français et le principe GAME

De son côté, la France est le premier pays en Europe à avoir adopté une réglementation complète sur la mobilité routière automatisée. Si la loi PACTE[85] encadre les expérimentations, c'est la loi d'orientation des mobilités (LOM) du 24 décembre 2019 qui définit le cadre juridique permanent pour le déploiement sur la voie publique des véhicules à délégation de conduite (niveau 3) ou équipés d'un système de conduite automatisée (niveau 4).

L'ordonnance du 14 avril 2021 précise leurs conditions de circulation et le régime de responsabilité associé, et le décret du 29 juin 2021 leurs modalités d'application. Ce dernier définit notamment l'obligation de respecter le principe de sécurité du « globalement au moins équivalent » (GAME), matérialisée par un nouvel article R. 3152-2 du Code des transports énoncé comme suit :

« tout système de transport routier automatisé ou toute partie d'un système de transport existant est conçu, mis en service et, le cas échéant, modifié de telle sorte que le niveau global de sécurité à l'égard des usagers, des personnels d'exploitation et des tiers soit au moins équivalent au niveau de sécurité existant ou à celui résultant de la mise en œuvre des systèmes ou sous-systèmes assurant des services ou fonctions comparables, compte tenu des règles de l'art, du retour d'expérience les concernant, et des conditions de circulation raisonnablement prévisibles sur le parcours ou la zone de circulation considéré »[86].

Pierre Jouve, chef du département des transports publics automatisés au sein du Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés (STRMTG) du ministère des Transports, a expliqué plus en détail le principe GAME à la Communauté[87]. Il s'agit d'un concept emprunté au monde ferroviaire et aux transports guidés qui impose plusieurs exigences de sécurité.

La première est d'affirmer qu'un nouveau système automatisé peut être considéré comme satisfaisant en matière de sécurité s'il est au moins aussi sûr qu'un système existant qui remplit déjà cette exigence. Ce principe permet une progression incrémentale où chaque nouveau système s'appuie sur l'expérience des systèmes antérieurs, tout en prenant en compte de nouvelles règles de l'art. Cela permet de garantir un haut niveau de sécurité tout en intégrant des innovations.

La deuxième exigence est celle d'une étude de sécurité spécifique. En l'absence de systèmes comparables, il faut réaliser une évaluation à partir de zéro des premiers systèmes. À cette fin, on se base sur les statistiques d'accidents routiers pour définir des objectifs de sécurité et tenter de faire mieux que les transports traditionnels.

La troisième exigence du principe GAME impose finalement d'éviter les collisions pouvant résulter de situations raisonnablement prévisibles dans le domaine d'emploi (*Operational Domain Design* – ODD) et d'usage du système de transport automatisé. Dans ce cas de figure, le système doit être conçu pour tenir compte des scénarios liés au trajet effectué.

---

[83] Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Die Zukunft fährt autonom. Strategie der Bundesregierung für autonomes Fahren im Straßenverkehr, Dezember 2024, https://urls.fr/8cNymi.

[84] ALLEN, Matthew, 2025/01/10, « Explainer: Switzerland gears up for driverless transport era », Swissinfo, https://urls.fr/OqHD0c.

[85] Loi n° 2019-486 du 22 mai 2019 relative à la croissance et la transformation des entreprises.

[86] Article 6 du décret n° 2021-873 du 29 juin 2021 portant application de l'ordonnance n° 2021-443 du 14 avril 2021 relative au régime de responsabilité pénale applicable en cas de circulation d'un véhicule à délégation de conduite et à ses conditions d'utilisation.

[87] Atelier 29, 25/09/2024.





Faut-il des objectifs chiffrés de sécurité pour un transport routier automatisé ?

Les réglementations internationale, européenne et nationale établissent des bases solides pour encadrer la sécurité des véhicules automatisés. Cependant, ce cadre général soulève une question majeure : faut-il aller plus loin et fixer des objectifs chiffrés de sécurité, par exemple en matière d'accidents mortels par heure de fonctionnement du système ?

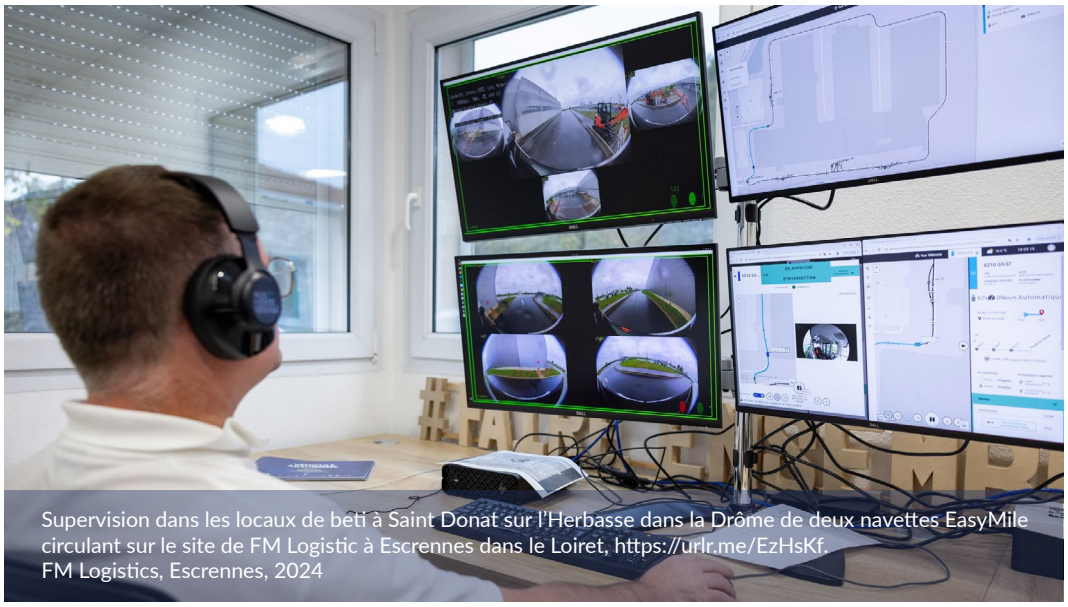
Ce débat, essentiel pour accélérer l'acceptabilité et le déploiement des véhicules automatisés, cristallise des points de vue divergents parmi les experts et les acteurs du secteur. La consultation menée sur ce sujet par la DGITM auprès de l'écosystème français a fait ressortir plusieurs points concernant l'intérêt, mais également les difficultés, à déterminer de tels objectifs de sécurité.

Les partisans des objectifs quantifiés soulignent leur intérêt pour « garantir un niveau cohérent de sécurité entre tous les systèmes de transports routiers automatisés et permettre l'application du principe GAME »[88]. Ils insistent également sur leur impact potentiel en termes d'acceptabilité sociale et de message adressé par l'État aux concepteurs de systèmes et aux organisateurs de services de mobilité automatisée.

En visant des réductions drastiques des incidents, comme une division par dix des collisions routières, cette approche chiffrée établirait une ambition forte en matière de sécurité routière. Ils insistent toutefois pour que ces objectifs restent globaux, sans être subdivisés en sous-objectifs liés à des situations spécifiques.

Au contraire, certains acteurs pointent les défis liés à une telle approche chiffrée. L'absence de systèmes de référence, due à l'évolution rapide de la technologie, rend difficile l'établissement d'indicateurs pertinents. De plus, il est crucial de tenir compte du domaine d'usage particulier (autoroutes, milieux urbains, ruraux, etc.) et du domaine d'emploi (ODD) du système. Une alternative proposée consisterait à définir des objectifs par familles de cas d'usage, à condition de disposer de données fiables.

Une prolongation de ce débat porte sur le remplacement des objectifs chiffrés par le concept qualitatif d'« absence de risque déraisonnable ». Cette approche offre davantage de flexibilité aux concepteurs, en les incitant à adopter des méthodes variées d'analyse des risques de sécurité touchant un système de transport routier automatisé. Néanmoins, cela suppose de clarifier en amont ce qui constitue un risque « raisonnable » pour un STRA.



Supervision dans les locaux de bêti à Saint Donat sur l'Herbasse dans la Drôme de deux navettes EasyMile circulant sur le site de FM Logistic à Escrennes dans le Loiret, https://urlr.me/EzHsKf.
FM Logistics, Escrennes, 2024

[88] DGITM/DMR/TUD/VA, 30/06/2023, Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée. Enjeux de la fixation d'objectifs de sécurité pour les transports routiers automatisés. Synthèse de la consultation des acteurs, p. 1.

Acteurs, étapes et scénarios pour la démonstration de sécurité d'un STRA

La démonstration de sécurité d'un système de transport routier automatisé fait intervenir dans les faits une diversité d'acteurs à différentes étapes de validation. Elle repose également sur la définition de scénarios de conduite et la réalisation de tests des systèmes en conditions réelles.

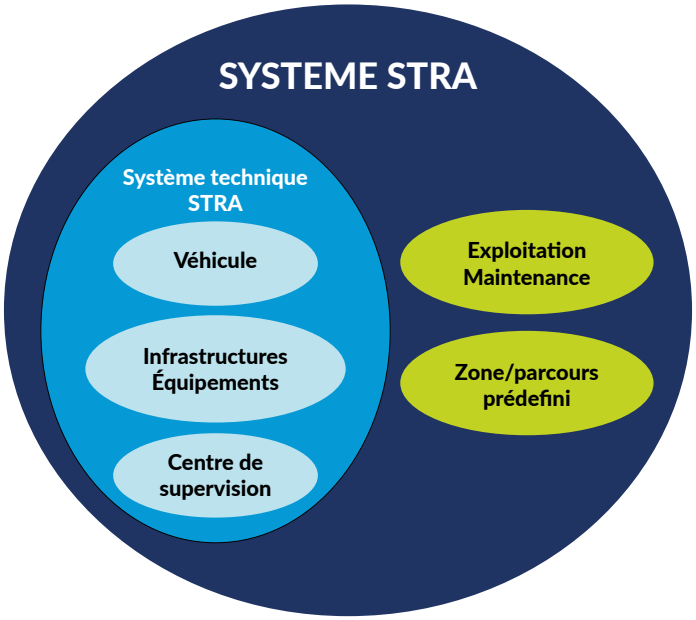
La notion de système de transport routier automatisé

Les principes réglementaires de sécurité se traduisent par une doctrine technique structurée pour valider la sécurité d'un système de transport routier automatisé (STRA). Ce dernier est défini par le décret du 29 juin 2021 comme un :

« système technique de transport routier automatisé, déployé sur des parcours ou zones de circulation prédéfinis, et complété de règles d'exploitation, d'entretien et de maintenance, aux fins de fournir un service de transport routier public collectif ou particulier de personnes, ou de service privé de transport de personnes »[89].

Il comprend donc dans le détail (voir schéma) : les véhicules hautement ou totalement automatisés, les infrastructures, les équipements et les centres de supervision (composant le système technique), mais également les règles d'exploitation, d'entretien et de maintenance ainsi que les zones ou parcours prédéfinis pour la circulation du système. La démonstration de sécurité doit ainsi être réalisée au niveau de toutes les composantes du système de transport routier automatisé.

Lors de son intervention[90], Pierre Jouve a insisté sur la notion de « système » décrivant l'intégration des véhicules équipés de systèmes de conduite automatisés (logiciels, capteurs, etc.) et d'infrastructures externes, telles que des caméras ou des feux communicants. Il a également souligné l'importance des équipements de supervision qui assistent les véhicules, précisant toutefois que la conduite à distance n'est pas autorisée en France.



Source : STRMTG, 20/09/2022, Le cadre réglementaire français sur les systèmes de transport routier automatisés (STRA) est publié, https://urls.fr/YjSL0n.

[89] Article 6 du décret n° 2021-873 du 29 juin 2021 portant application de l'ordonnance n° 2021-443 du 14 avril 2021 relative au régime de responsabilité pénale applicable en cas de circulation d'un véhicule à délégation de conduite et à ses conditions d'utilisation. http://www.ecologie.gouv.fr/

[90] Atelier 29, 25/09/2024.

Les acteurs et les étapes de la démonstration de sécurité

Il a ensuite expliqué que la démonstration de sécurité commence par l'homologation du véhicule, qui est gérée par le Centre national de réception des véhicules (CNRV) avec l'appui de l'Union Technique de l'Automobile, du Motocycle et du Cycle (UTAC). L'homologation couvre des aspects classiques, comme le freinage ou la direction.

Pierre Jouve a par ailleurs distingué deux couches dans la démonstration de sécurité des systèmes de transport automatisés : une couche technique et une couche opérationnelle. La première est propre au système technique, le concepteur devant démontrer la sécurité de ce dernier dans un environnement hypothétique.

La deuxième couche est propre au système déployé, l'autorité organisatrice du service adaptant le système à un parcours réel (entre un point A et un point B). Elle doit vérifier que les contraintes techniques (largeur de la voirie, carrefours, signalisation) respectent bien celles du système initial. Si ce n'est pas le cas, des aménagements complémentaires ou des ajustements au système peuvent être nécessaires.

Dans le détail, la démarche de démonstration de la sécurité se déroule ainsi en trois grandes étapes qui font intervenir successivement les différents acteurs concernés, à savoir :

1. le dossier de conception du système technique (DCST), établi par le concepteur du système et portant notamment sur l'évaluation de sécurité des véhicules, des domaines d'emploi (ODD) visés par le système, des manœuvres, des capacités de perception, de localisation et d'intervention à distance, etc. ;
2. le dossier préliminaire de sécurité (DPS), relevant de l'organisateur du service, c'est-à-dire l'autorité organisatrice des mobilités (AOM) pour les transports publics automatisés, qui se concentre notamment sur l'analyse du parcours prédéfini, de ses aménagements de sécurité et des caractéristiques du service ;
3. le dossier de sécurité (DS) final, sous la responsabilité de l'organisateur du service avec l'aide de l'exploitant, qui détaille notamment le système de gestion de la sécurité (SGS) en exploitation et la mise en œuvre des aménagements techniques et sécuritaires prévus par le dossier préliminaire de sécurité.

Tout au long des étapes de la démonstration de sécurité, **un organisme qualifié agréé (OQA) est par ailleurs chargé de réaliser une évaluation indépendante et de fournir un avis consultatif.**

Cependant, l'organisateur du service est seul responsable de la décision finale de mise en service du système de transport routier automatisé, sur la base de la démonstration de sécurité complète et de l'avis favorable de l'OQA. Ce dernier est également en charge, après la mise en service, de réaliser un audit annuel du système de gestion de la sécurité afin de s'assurer que l'opérateur du service prend toutes les mesures en matière d'exploitation et de maintenance pour la garantir.

De son côté, le Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés (STRMTG) est chargé de délivrer les agréments aux divers OQA en s'assurant de leurs indépendance et compétence. Il n'y a aucune intervention directe de l'État dans la validation finale, le ministère se contentant d'intervenir en amont pour définir les référentiels, agréer les OQA, et en aval d'analyser les incidents afin d'ajuster les règles.

Scénarios et tests en conditions réelles

Toujours selon Pierre Jouve, les principaux volets de sécurité pour les systèmes de transport routier automatisés sont la sécurité technique, la cybersécurité et les scénarios de circulation. D'abord, il est important d'assurer que le système ne présente pas de défaillances, comme des pannes de caméras ou de carte électronique, avec des mécanismes redondants pour sécuriser le véhicule.

Ensuite, il est nécessaire de se protéger contre les attaques dans des environnements ouverts, en sécurisant les communications entre les véhicules, feux connectés et systèmes de supervision. Il faut enfin définir et examiner des scénarios raisonnablement prévisibles, comme les interactions avec des piétons et des cyclistes, pour couvrir un large éventail de situations. Cela implique de réaliser des tests en simulation, en environnement contrôlé, et en conditions réelles.

Un élément clé de la démonstration de sécurité d'un système de transport routier automatisé réside en effet dans la construction et la sélection de scénarios de conduite. Ces derniers sont définis comme « un enchaînement de scènes et d'événements et/ou actions que le véhicule automatisé pourrait rencontrer en circulation »[91]. Ils doivent être suffisamment réalistes pour tester les réponses du système face aux aléas et dysfonctionnements possibles. Ils prennent en compte à la fois le domaine d'emploi (ODD) du système et l'environnement de circulation.

L'intérêt des scénarios en matière de démonstration de sécurité réside dans l'évaluation de la performance « ex post » des systèmes. Selon la DGITM, l'approche par les scénarios est ainsi complémentaire de l'approche GAME qui se concentre plutôt sur la fixation d'objectifs de sécurité globaux pour le système dès sa conception[92].

L'approche par scénarios de conduite est issue des réglementations et des travaux de la CEE-ONU et de l'UE qui en proposent pour l'homologation des véhicules et la démonstration de sécurité des systèmes automatisés. Elle est aussi très similaire à l'approche « *object and event detection and response* » (OEDR) développée aux États-Unis par la *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) pour évaluer les performances d'un système de conduite automatisée dans la détection et les réponses aux aléas de la circulation.

On distingue trois niveaux de scénario selon leur spécification :

- d'abord un scénario fonctionnel précisant des manœuvres typiques ;
- ensuite un scénario logique décrivant un déroulement d'actions et d'événements ;
- enfin un scénario concret qui définit des paramètres quantitatifs et des valeurs précis (vitesse, visibilité etc.)[93].

Autrement dit, les scénarios fonctionnels sont transformés en scénarios logiques et concrets en passant de la définition d'un cas d'usage à un cas de test. Les scénarios concrets sont à leur tour mis en œuvre grâce à des simulations, des essais sur piste, puis sur route ouverte pour évaluer en pratique la sécurité du système de transport routier automatisé.

Cette approche par scénarios a été appliquée, par exemple, dans le cadre du projet Expérimentations de Navettes Autonomes (ENA) pour valider la sécurité des navettes testées entre 2019 et 2023 sur les territoires de la Communauté de communes de Cœur de Brenne dans l'Indre et de la Communauté d'agglomération de Sophia Antipolis dans les Alpes-Maritimes.

Des scénarios critiques de situations accidentogènes ont été identifiés. Ils ont ensuite fait l'objet de tests sur les pistes de l'Université Gustave Eiffel à Nantes et sur celles du centre d'essais fermé de Transpolis, situé près de Lyon. Ces tests se sont concentrés en particulier sur l'OEDR, c'est-à-dire la réponse des navettes à la détection d'obstacles et d'événements sur la voie.

[91] DGITM/DMR/TUD, février 2023, Démonstration de sécurité des transports routiers automatisés : l'approche par les scénarios de conduite, https://urls.fr/H2lCM7.

[92] DGITM/SAGS/EP, 8/02/2022, Démonstration de sécurité des systèmes de transport routier automatisés : apports attendus des scénarios de conduite, rapport méthodologique, p. 3.

[93] Ibid., p. 12.



Pour Cœur de Brenne, six scénarios ont été définis donnant lieu à vingt-cinq essais sur les pistes de Transpolis. Si la performance du véhicule en matière d'OEDR a été jugée satisfaisante pour le projet ENA, les essais ont montré les limites pour formuler des objectifs de sécurité aux navettes sans opérateur à bord, étant donné un cas de collision avec des tiers sur certains scénarios critiques[94].

La circulation des navettes sur routes ouvertes a également permis de tirer des enseignements en matière de sécurité. Par exemple, à Sophia Antipolis, les tests ont montré l'importance de définir des vitesses minimales à respecter par la navette pour réduire le différentiel avec les autres voitures. Le ralentissement de la navette avant chaque passage piéton ou carrefour a également généré une mauvaise appréhension de la part des automobilistes.

Pour résoudre ces problèmes, il est nécessaire de travailler sur la communication et la signalisation, afin d'améliorer l'interprétation des intentions des navettes automatisées par les autres usagers de la route. Cette compréhension plus approfondie peut permettre de réduire le nombre d'infractions des autres usagers, comme les dépassements dangereux ou le non-respect des feux de circulation[95].

De façon générale, les perspectives en matière de sécurité des STRA consistent désormais à passer des exigences génériques de complétude des scénarios à des tests paramétrés. D'après Pierre Jouve, il s'agit en outre d'articuler l'approche générique pour l'homologation et l'approche spécifique pour la démonstration de sécurité d'un service automatisé sur un parcours prédéfini[96].

Dans ce but, des démarches à blanc sont en cours dans plusieurs pilotes de services pour éprouver en conditions réelles la procédure de démonstration de sécurité des systèmes. Ces démarches sont menées en tandem par les porteurs de projet et un organisme qualifié agréé pour qu'ils apprennent mutuellement à partir d'un cas concret[97].

Cet exemple sur la démonstration de sécurité des STRA souligne l'importance de la coopération plus générale entre les différents acteurs publics et privés impliqués dans le déploiement d'un service de mobilité automatisée.

---

[94] Les résultats évoqués ici ont été présentés lors de la conférence finale du projet ENA organisée le 28 mars 2023 à la Grande Arche de la Défense.

[95] CIVA, Atelier 23, 26/10/2023.

[96] DELACHE, Xavier (DGITM), JOUVE, Pierre (STRMTG), « Réglementation nationale : où en est-on ? Quelles perspectives ? », symposium national du 3 décembre 2024, p. 6, https://urls.fr/0kkl7u.

[97] DGITM-STRMTG et France Véhicules Autonomes, 26/09/2024, Transports routiers automatisés : des expérimentations vers le déploiement, Webinaire du CEREMA, https://urls.fr/nr7ZVb.

DES ENJEUX DE GOUVERNANCE LOCALE AU CŒUR DU DÉPLOIEMENT D'UN SERVICE DE MOBILITÉ AUTOMATISÉE

Le déploiement de véhicules automatisés partagés et collectifs dépend étroitement de la coopération entre acteurs publics et privés pour tester la technologie et organiser l'exploitation de ces nouveaux services de mobilité. Cette troisième partie examine ainsi les enjeux spécifiques de gouvernance posés au niveau local par la circulation de véhicules sans conducteur.

Pour ce faire, elle s'appuie sur les retours d'expérience de plusieurs collectivités territoriales ayant accueilli une expérimentation de navette automatisée. C'est le cas, dans le projet ENA, de la Communauté d'agglomération de Sophia Antipolis dans les Alpes-Maritimes et de la Communauté de communes de Cœur de Brenne dans l'Indre. Elles ont testé respectivement des navettes pour de la desserte du dernier kilomètre en complémentarité du réseau de transport urbain, et pour de la desserte pôle à pôle en zone rurale très peu dense[98].

Manon Eskenazi, chargée de recherche au sein du Laboratoire Ville Mobilité Transport (LVMT), a également présenté à la Communauté[99] les résultats des travaux réalisés sur le volet gouvernance dans le cadre du projet SAM. L'étude, menée de 2019 à 2023 à partir d'entretiens, d'observations et d'analyse documentaire, s'est concentrée sur six expérimentations parmi les treize du projet : les tests de navettes automatisées pour du transport collectif à Paris-Saclay, Paris Rive Gauche, Saint-Rémy-lès-Chevreuse, Rennes, Rouen, ainsi que de droïdes automatisés de livraison à Montpellier.

Outre les projets SAM et ENA (2019-2023), cette partie s'appuie sur les résultats d'autres expérimentations ayant déjà été analysées par la CIVA[100] dont :

- le projet Tornado (2017-2021) ayant testé une navette automatisée entre une gare et une zone d'activités sur l'agglomération de Rambouillet dans les Yvelines[101] ;
- le projet Val de Drôme ayant fait circuler une navette en zone rurale entre l'écosite de la communauté de communes du même nom et la gare de Crest dans la Drôme (2020-2021) ;
- le projet Echosmile ayant mis en place une navette automatisée sur un parc d'activité (ArchParc) à Archamps en Haute-Savoie (2020-2021).

L'analyse revient d'abord sur l'engagement inégal des collectivités locales dans les expérimentations de véhicules automatisés menées en France ces dernières années. Elle met ensuite en lumière les défis que les collectivités ont rencontrés au cours de l'évolution des projets. Elle se concentre enfin sur les enseignements tirés des expérimentations pouvant favoriser le déploiement de services de transports routiers automatisés dans les territoires.

[98] Les résultats du projet ont été présentés lors d'une conférence le 28 mars 2023 à la Grande Arche de la Défense à Paris.

[99] Atelier 30, 24/10/2024.

[100] Communauté d'intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, La mobilité autonome à la rencontre des territoires, Paris, Conseil & Recherche, 2021, p. 152-236.

[101] https://media.renaultgroup.com/projet-tornado-des-services-de-mobilite-autonome-en-zone-rurale/.

PRÉSENTATION DU PROJET ECHOSMILE À ARCHPARC[102]

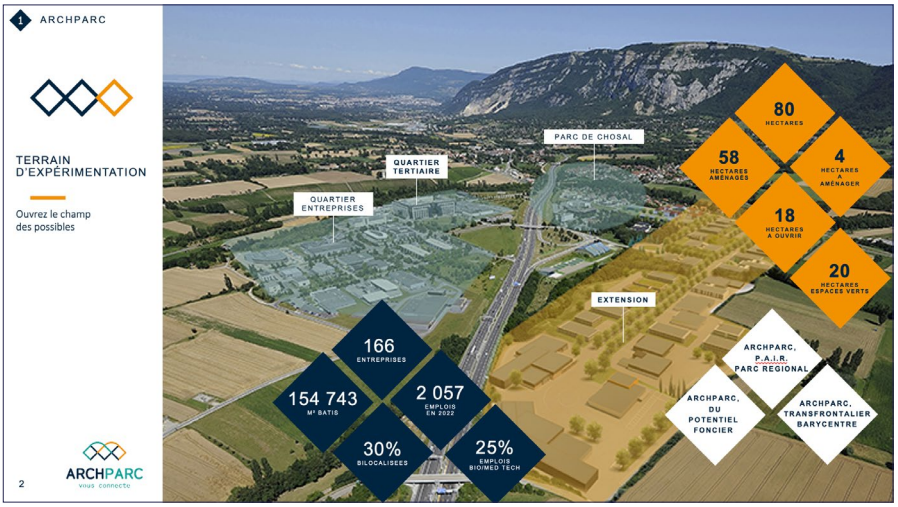
ArchParc est un parc d'activité économique d'intérêt régional situé sur la commune d'Archamps en Haute-Savoie (74) et géré par le Syndicat Mixte d'Aménagement du Genevois (SMAG). Il a la particularité d'être traversé par une autoroute, avec un échangeur dédié, et de se trouver à proximité immédiate de la frontière suisse.

Le parc a accueilli en 2020-2021 une expérimentation de navette automatisée, le projet Echosmile, dans le cadre d'une coopération transfrontalière franco-suisse (Interreg) financée par des fonds européens pour un coût global de 1,2 million d'euros. Les partenaires du projet étaient ArchParc, l'opérateur RATPdev, sa filiale locale Alpbus, le concepteur de navettes automatisées EasyMile et les fournisseurs d'application de réservation à la demande Bestmile et Padam Mobility.

Le projet Echosmile avait pour objectifs de tester la cohabitation entre la navette et les automobilistes sur une sortie d'autoroute, d'évaluer un système de transport automatisé à la demande et son acceptation par les usagers du parc d'activités. La navette automatisée EZ10 de 3e génération, 100% électrique avec une autonomie de 8h, pouvait accueillir 11 passagers. Un opérateur de sécurité d'Alpbus, spécialement formé à l'opération, était toujours présent à bord de la navette. Elle fonctionnait à une vitesse commerciale moyenne de 10 km/h.

Le roulage de la navette s'est déroulé sur trois périodes : une première phase de septembre à décembre 2020, une deuxième d'avril à juillet 2021, et une troisième et dernière phase de septembre à décembre 2021. La navette circulait sur route ouverte et en trafic mixte le long d'un parcours composé de 9 arrêts, répartis entre le nord et le sud du parc, incluant la traversée d'un pont au-dessus de l'autoroute. Elle assurait un service gratuit et réservable depuis l'application de transport à la demande.

Au final, la navette a totalisé 11 mois de circulation, 2500 km parcourus, 150 usagers différents et environ 300 voyages sans incident majeur. D'après Noël Mercier, ses usages sont restés limités en raison de la taille du parc et de sa vitesse réduite. Néanmoins, le projet a permis de voir l'intérêt d'étendre la navette à des points d'intérêt voisins, tels que la gare SNCF à 3 km et le centre commercial qui se trouve à 5 km.



[102] Les éléments de cet encadré sont tirés des interventions de James Dick (RATPdev) lors de l'atelier 17 de la CIVA le 15/09/2022, et de Noël Mercier (ArchParc) pour l'atelier 30 du 24/10/2024.

Un engagement inégal des collectivités locales dans les expérimentations

Les collectivités locales sont des parties prenantes essentielles pour le déploiement des véhicules automatisés. Néanmoins, elles se sont révélées faiblement impliquées dans les expérimentations jusqu'à présent. Les élus et les agents locaux ont par ailleurs des rôles différents dans la mise en place des projets sur lesquels ils expriment des attentes qui varient selon leurs fonctions.

Des collectivités parties prenantes des déploiements de véhicules automatisés

Les collectivités locales au sens large (régions, départements, intercommunalités, communes) jouent un rôle central en matière de mobilité routière automatisée. Si l'autorisation d'expérimenter est accordée par l'État dans le cadre de la loi PACTE, les différentes collectivités supportent une partie des responsabilités, des risques et des coûts inhérents aux essais de véhicules sans conducteur sur leur territoire.

En effet, les régions et les intercommunalités sont compétentes pour l'organisation de la mobilité selon la *loi d'orientation des mobilités* (LOM), tandis que les départements et les communes se répartissent la gestion des routes. Pour que l'expérimentation d'un service de mobilité automatisée soit mise en œuvre, il faut donc que les entreprises porteuses du projet s'entendent avec les collectivités concernées.

Par ailleurs, il faut souligner le rôle accru que jouent les *autorités organisatrices de la mobilité* (AOM) dans le cadre du régime permanent de circulation des systèmes de transport routier automatisés. Comme évoqué précédemment, le décret du 29 juin 2021[103] prévoit en effet que la collectivité qui organise le service de transport automatisé est seule responsable de la décision finale de déploiement, sur la base de la démonstration de sécurité complète réalisée au préalable.

Des territoires faiblement impliqués dans les expérimentations

L'analyse des expérimentations de véhicules automatisés menées en France au tournant de la décennie 2020 montre toutefois que rares ont été les collectivités locales à l'origine de ces projets. Pour la majorité d'entre eux, ce sont soit des concepteurs de systèmes automatisés (constructeurs automobiles, fabricants de navettes, fournisseurs de logiciels, etc.), soit des opérateurs de mobilité qui ont sollicité des territoires pour tester leurs technologies en condition réelle.

Cependant, certaines collectivités ont pris l'initiative d'aller chercher elles-mêmes des partenaires. On peut citer en exemple la Communauté de communes de Cœur de Brenne qui voulait approfondir son projet de territoire numérique grâce au déploiement d'une navette automatisée. La Métropole de Montpellier a aussi joué un rôle actif pour définir les besoins, sélectionner les partenaires, dont la startup Twinswheel conceptrice des droïdes, et structurer son projet de logistique automatisée.



[103] Décret n° 2021-873 du 29 juin 2021 portant application de l'ordonnance n° 2021-443 du 14 avril 2021 relative au régime de responsabilité pénale applicable en cas de circulation d'un véhicule à délégation de conduite et à ses conditions d'utilisation.

Manon Eskenazi a présenté[104] l'évolution des thématiques présentes dans les discours politiques sur le véhicule automatisé avant et pendant les expérimentations du projet SAM. Elle a expliqué que cet objet était principalement perçu par les élus locaux au départ comme une innovation technologique répondant aux enjeux politiques et économiques locaux à court terme.

La plupart des collectivités ont ainsi saisi l'expérimentation comme une opportunité de marketing territorial pour promouvoir ou renforcer leur attractivité comme lieu d'innovation pour les industriels cherchant des terrains d'essai. Des villes comme Rennes, par exemple, ont mis en avant les enjeux liés à la mobilité numérique et à la cybersécurité, considérés comme des priorités pour le développement économique du territoire.

L'accent mis sur les démonstrateurs techniques explique donc que les collectivités locales soient généralement demeurées en retrait dans la gouvernance des expérimentations et passives dans le déploiement des véhicules automatisés. Certaines ont néanmoins permis d'orienter le projet aussi sur le service plutôt que sur le seul test de la technologie, en vue d'évaluer la complémentarité des véhicules automatisés avec les transports collectifs en place.

[104] Atelier 30, 24/10/2024.





Des rôles et des attentes différents entre élus et agents locaux

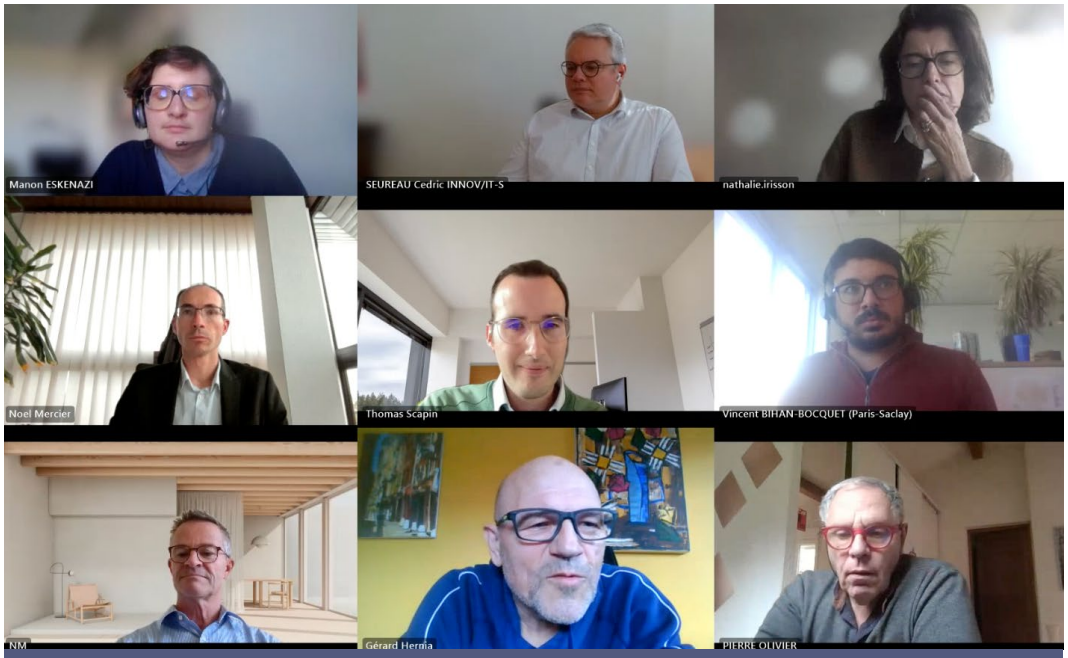
Une collectivité territoriale impliquée dans la mise en place d'un véhicule automatisé participe aux différentes phases du projet, de sa conception et son autorisation, à la préparation du roulage, et l'exploitation du service. À chacune des étapes, la coordination est nécessaire aussi bien avec les élus qu'avec les agents locaux pour traiter des différents sujets techniques et réglementaires.

Les élus apportent leur concours aux porteurs de projet (concepteur du système, exploitant, gestionnaire d'infrastructure, etc.) concernant les autorisations nécessaires relatives à des aménagements de la circulation et de l'infrastructure routière, ainsi que sur la sélection du parcours. En retour, ils attendent d'avoir des éléments de communication pour promouvoir le projet auprès de leurs administrés et partenaires locaux.

De leur côté, les cadres et les techniciens territoriaux sont sollicités dans le cadre de la mise en œuvre opérationnelle du projet. Cela peut toucher à des questions administratives et juridiques, par exemple en matière de marché public et de délégation de service public. Les sujets à traiter concernent également l'adaptation et l'entretien de la voirie afin de permettre le roulage du véhicule, et la coordination avec les autres collectivités impactées (région, département, communes) ainsi qu'avec les habitants.

Noël Mercier, Responsable projets innovants et développement entrepreneurial d'ArchParc, est revenu pour la Communauté sur le déroulement du projet Echosmile. Il a expliqué que l'un des principaux défis avait résidé dans l'obtention des autorisations de circulation. Initialement prévue dans le cadre d'une coopération transfrontalière, la navette automatisée devait aussi circuler sur a zone industrielle de Plan-les-Ouates en Suisse située à 5 km du parc français.

Cependant, les partenaires suisses n'ont pas obtenu l'autorisation de l'Office fédéral des routes, car le projet n'était pas considéré comme ayant une vocation de recherche technologique à l'époque.



De gauche à droite, de haut en bas : M. Eskenazi - LVMT, C. Seureau - Orange, N. Irisson - Macif, N. Mercier - ArchParc, T. Scapin - C&R, V. Bihan-Bocquet - CA Paris-Saclay, N. Marescaux - Macif, G. Hernja - ECF, P.-O. Adrey - Macif.

Par conséquent, la navette automatisée n'a circulé que sur le site d'ArchParc en France, ce qui a nécessité d'obtenir des autorisations du ministère des Transports, de la préfecture et de la mairie.

Un autre enjeu majeur était lié à l'adaptation des voiries et de la vitesse maximale autorisée de 50 à 30 km/h, un contraste notable avec les 110 km/h de l'autoroute adjacente. Il a fallu obtenir l'approbation de la commune d'Archamps via des arrêtés municipaux afin d'ajuster la vitesse, les sens de circulation et les régimes de priorité sur le parcours.

Ces modifications ont ensuite été mises en œuvre concrètement par le remplacement des panneaux de signalisation. L'intervention de la police a contribué à gérer les écarts de vitesse entre la navette et les véhicules arrivant de l'autoroute. Par ailleurs, le service des espaces verts a joué un rôle clé pour l'entretien de la végétation sur le parc afin de ne pas affecter la circulation de la navette automatisée.

Vincent Bihan-Bocquet, chef de projet mobilité à la Communauté d'agglomération de Paris-Saclay, a présenté[105] à la Communauté son expérience de plusieurs expérimentations de mobilité automatisée et connectée réalisées sur le territoire de l'intercommunalité, dans le cadre des projets SAM, MOB-AUTO2 ou encore 5G Open Road explorant les applications de la 5G et des objets connectés pour faciliter les déplacements.

Il a souligné dans son témoignage l'écart d'acculturation entre les équipes techniques, pouvant être convaincues de l'intérêt technologique et territorial d'une expérimentation, et les élus locaux dont la grille de lecture est plus globale sur le territoire et orientée vers les usagers. Il a illustré son propos avec l'exemple du test d'un véhicule automatisé à la demande pour relier la gare RER de Massy et le plateau de Saclay dans le cadre du projet SAM. Or, un élu a exprimé des préoccupations liées à la sécurité du projet, étant donné la proximité d'une école maternelle.

Ce dialogue a permis aux acteurs du projet, en particulier les constructeurs automobiles très peu habitués à interagir avec les collectivités locales, de mieux comprendre les contraintes et les attentes du territoire. L'expérimentation a abouti à l'essai d'un service complémentaire aux transports en commun, qui a reçu des retours très positifs.

[105] Atelier 30, 24/10/2024.



Les défis rencontrés par les collectivités ayant testé un véhicule automatisé

Les retours d'expérience de collectivités locales ayant accueilli une expérimentation de véhicule automatisé font ressortir l'ancrage souvent limité de l'expérimentation dans le projet du territoire et le manque de moyens de la collectivité. Les projets se sont avérés très dépendants du contexte social et politique et ont mis en lumière des difficultés dans la communication et la coordination entre acteurs publics et privés.

Un ancrage limité dans le projet du territoire et un manque de moyens

Les expérimentations se sont souvent heurtées à la problématique de leur ancrage limité dans le projet politique du territoire. En effet, les navettes automatisées ont pu s'inscrire en faux par rapport aux priorités et aux capacités d'action des exécutifs locaux en matière de mobilité.

Plutôt que d'investir dans une solution technologique encore peu mature et dispendieuse ne répondant pas à leurs besoins immédiats en matière de transport de masse et de décarbonation, beaucoup des collectivités privilégient le renforcement des transports collectifs et des mobilités douces (marche, vélo) et partagées (covoiturage, autopartage).

Certains élus des intercommunalités ayant testé un véhicule automatisé se sont montrés dubitatifs quant à la capacité à offrir à terme une réelle solution de mobilité pour leurs administrés. Outre les freins liés à la technologie, ce manque d'intérêt peut être lié aux difficultés budgétaires auxquelles sont confrontées toutes les collectivités locales et au déficit d'ingénierie touchant les plus petites situées en zone rurale.

En effet, même les collectivités engagées dans des expérimentations n'ont pas toujours les ressources économiques et matérielles, ainsi que le personnel suffisant ou compétent, pour accompagner dans la durée un projet aussi complexe. Ce fut le cas pour la Communauté d'agglomération de Rambouillet Territoires, où la responsable mobilité de l'époque a dû s'occuper pratiquement seule de la gestion administrative et technique du projet Tornado[106].

Une forte dépendance des projets au contexte social et politique

Si les défis financiers et organisationnels ont souvent freiné l'ancrage des navettes automatisées dans les territoires, les projets se sont également révélés très vulnérables aux fluctuations du contexte social et politique. La crise du Covid-19 a constitué en particulier un frein majeur dans leur déroulement à cause des confinements successifs.

Certaines collectivités ont dû réorienter ou arrêter les expérimentations étant donné leur accaparement par la gestion de la crise. D'autres ont choisi de limiter la communication autour de la navette automatisée, qui apparaissait

[106] Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, La mobilité autonome à la rencontre des territoires, Paris, Conseil & Recherche, 2021, p. 174.



moins prioritaire aux élus dans ce contexte, comme dans le projet dans la Drôme. Le programme de roulage du véhicule avec des usagers a souvent été réduit, limitant de fait la dimension servicielle des expérimentations.

La crise du Covid a également révélé une fragilité liée au fait que les collectivités partenaires du projet SAM n'étaient pas financées, contrairement aux industriels, aux opérateurs de transport et aux acteurs de la recherche. Celles supportant une part importante des coûts des expérimentations ont dû revoir leurs priorités. Manon Eskenazi a toutefois souligné que celles finançant le projet avaient une implication plus forte et une plus grande interaction avec les industriels, leur permettant d'obtenir de ces derniers des retours d'expérience plus détaillés.

Par ailleurs, ces expérimentations se sont montrées fortement dépendantes du contexte politique. Une alternance ou un conflit entre élus peut en effet menacer un projet ou conduire à le réorienter afin de correspondre davantage aux attentes des nouveaux élus en place. Le changement de majorité dans plusieurs villes à la suite des élections municipales de 2020 a conduit à une évolution du discours politique sur les enjeux sociaux et environnementaux de la mobilité automatisée.

Manon Eskenazi a expliqué que de nouveaux élus socialistes ou écologistes ont pu remettre en cause certaines expérimentations étant donné leur impact potentiel sur l'environnement[107], comme à Montpellier autour de l'utilisation de droïdes pour la logistique urbaine. D'autres élus locaux ont manifesté des inquiétudes autour des impacts potentiels de la 5G pour la santé publique.

Dans certains territoires, la question de l'impact du véhicule automatisé sur les chauffeurs de taxi et de bus a pris de l'ampleur au fur et à mesure de l'avancement des expérimentations. Par exemple, elle est ressortie plusieurs fois sur la métropole de Rouen, où des élus se sont questionnés sur les changements que le véhicule automatisé allait opérer sur le travail et l'emploi local.

Noël Mercier a souligné de son côté les défis rencontrés pour la gestion et la continuité du projet Echosmile par les changements politiques. Les techniciens ont dû réexpliquer régulièrement le projet aux nouveaux élus, dont l'intérêt variait en fonction de leur appétence pour les nouvelles technologies. Certains étaient très intéressés, tandis que d'autres se concentraient davantage sur l'impact de la navette sur la circulation et la tranquillité au sein du parc.

De même, les élections régionales de juin 2021, combinées aux débats sur la prise de compétence mobilité par les communautés de communes, ont provoqué une crispation entre les différentes collectivités dans la Drôme. Le choix de la Communauté de communes du Val de Drôme de devenir autorité organisatrice de la mobilité (AOM), à la place de la Région Auvergne-Rhône-Alpes, a conduit cette dernière questionner la poursuite de son soutien au projet de navette automatisée.

[107] GRISONI, Anahita et MADELENAT, Jill, « Le véhicule autonome : quel rôle dans la transition écologique des mobilités ? », La fabrique écologique, mars 2021.

Des difficultés de communication et de coordination entre acteurs publics et privés

Au-delà de l'impact du contexte, les retours d'expérience ont mis en avant des difficultés en matière de coordination entre acteurs publics et privés impliqués dans les expérimentations. Le décalage entre les temporalités des collectivités sur le long terme et les impératifs à court terme des porteurs de projet ajoute aussi de la complexité à leur coopération.

Le manque d'alignement entre les priorités des exécutifs locaux et des entreprises testant leurs technologies s'est parfois traduit par des difficultés opérationnelles. Elles se sont manifestées par des divergences sur la définition des trajets les plus pertinents et sur l'utilisation de l'infrastructure routière pour débarquer une partie de l'intelligence hors du véhicule. Des désaccords ont pu aussi se faire jour concernant la communication externe autour de l'avancée de l'expérimentation et de ses résultats auprès de la population.

Selon Manon Eskenazi, les collectivités qui sont allées le plus loin dans l'expérimentation d'un véhicule automatisé sont celles qui ont pu s'appuyer sur un cadre ou un technicien jouant le rôle clé de facilitateur entre les différentes parties prenantes (élus, entreprises, habitants, etc.). Cette gestion proactive et coordonnée est un facteur déterminant pour la réussite des projets, mais elle pose la question des ressources humaines et du temps alloué à ces missions.

Elle implique en effet qu'une personne au sein de la collectivité monte en compétence et soit disponible pour s'investir dans l'accompagnement des porteurs de projet, comme ce fut le cas de Vincent Bihan-Bocquet au sein de la Communauté d'agglomération de Paris-Saclay. Ces facilitateurs ont été décisifs pour assurer la continuité du projet malgré les changements de contexte et les difficultés inhérentes au projet.

Par exemple, la Communauté de communes de Cœur de Brenne dans l'Indre a dû changer de véhicule automatisé afin de répondre aux contraintes liées à la vitesse de circulation en milieu rural[108]. Il en a été de même dans le projet Echosmile dont les partenaires ont fait face à la fermeture du fournisseur du logiciel de réservation à la demande et ont réussi à le remplacer en trois mois par une nouvelle solution[109].

Si les acteurs publics locaux engagés dans les expérimentations ont conservé une vision positive des véhicules automatisés à la fin des projets, cette image a pu être ternie par la faible maturité technologique des solutions testées et l'absence de modèle économique. En outre, beaucoup ont été déçus par les résultats concrets en termes de



[108] Communauté d'Intérêt sur le Véhicule Autonome, La mobilité autonome à la rencontre des territoires, Paris, Conseil & Recherche, 2021, p. 201, https://www.calameo.com/read/0064875661e2f06d2921c?authid=4ZSBbiKqqPSu

[109] Voir le compte rendu de l'atelier 17, 15/09/2022, Accompagnement et assurance du passager autonome.

service (vitesse limitée, horaires réduits, faible fréquentation, etc.) par rapport aux attentes, parfois irréalistes, exprimées au départ.

Outre les contraintes liées à la crise du Covid-19, les objectifs de service ont souvent été revus à la baisse, étant donné l'inadéquation entre les capacités réelles des navettes automatisées et les enjeux de mobilité sur les territoires. De ce fait, un écart est rapidement apparu entre les attentes des collectivités locales et la réalité des déploiements. Par exemple, l'expérimentation à Vichy dans le projet SAM a été abandonnée car la navette et les parcours proposés ne répondaient plus aux attentes locales.

Les enjeux liés à la validation de la technologie de conduite automatisée ont ainsi souvent pris le pas sur les usages possibles de celle-ci. D'où l'importance de penser et mettre en place à l'avenir une communication adaptée visant à convaincre non seulement les élus locaux de l'apport de ces nouvelles solutions de mobilité automatisée, mais également les habitants des territoires de la possibilité et de l'intérêt de les utiliser.



Des enseignements pour favoriser le déploiement dans les territoires

Les expérimentations permettent de tirer un certain nombre d'enseignements utiles pour favoriser le déploiement de services pérennes de transport sans conducteur dans les territoires. Parmi les conditions requises, l'acculturation des acteurs publics locaux à la mobilité automatisée et connectée s'avère d'abord indispensable. Les projets ont ensuite montré la nécessité de renforcer la complémentarité avec l'offre de transport existante et les projets d'aménagement urbain. Enfin, il est apparaît essentiel de construire des services de mobilité automatisée adaptés aux attentes des collectivités locales et aux besoins de leurs habitants

Sensibiliser et former les acteurs publics locaux

Un premier enjeu réside dans la sensibilisation et la formation des élus et des techniciens locaux à la compréhension de ces nouvelles technologies. Cette acculturation est une condition indispensable pour faire en sorte que les collectivités territoriales ne soient plus seulement des terrains d'expérimentation, mais qu'elles puissent déployer des services de transport automatisé partagés et collectifs.

Manon Eskenazi a ajouté un point important concernant les impacts du développement de la mobilité automatisée et connectée sur les collectivités locales. L'un des objectifs de ces dernières en participant aux expérimentations était d'éviter de reproduire « l'effet trottinette », c'est-à-dire de se faire déborder par une technologie non régulée qu'il faudrait contrôler a posteriori. Il est également ressorti du projet SAM que les collectivités périurbaines et rurales n'ont souvent pas de connaissance des flux de mobilité sur leur territoire.

Certaines expérimentations ont permis à la collectivité de tirer profit des données récoltées dans les projets pour étudier les pratiques de mobilité. Par exemple, l'agglomération de Paris-Saclay a mis en place un outil pour mieux connaître les déplacements de ses habitants. Néanmoins, un tel travail de capitalisation dépend des liens établis entre les porteurs de projet et les acteurs publics. Or, beaucoup parmi ces derniers ne savent pas comment exploiter l'énorme quantité de données générées par les véhicules automatisés et connectés.

Pierre Jouve du STRMTG a rebondi sur la question de l'accompagnement des territoires, soulignant qu'il y avait un besoin crucial de compétences pour gérer les systèmes de mobilité automatisée. Il a rappelé que, dans le cadre des expérimentations actuelles, les concepteurs du système automatisé restaient proches du terrain. Il a évoqué la nécessité de maintenir des liens étroits entre ceux qui connaissent bien la technologie et ceux qui organisent et opèrent le service de mobilité automatisée.

Il s'agit d'une différence majeure avec les systèmes classiques de transport, pour lesquels le constructeur n'est pas nécessairement impliqué dans l'exploitation au quotidien. Cela met en lumière l'importance d'une collaboration continue entre acteurs publics et privés pour assurer la réussite des déploiements de véhicules automatisés.

Travailler la complémentarité avec l'offre de transport existante et les projets d'aménagement urbain

À la suite des expérimentations, les collectivités impliquées se sont montrées préoccupées de savoir comment franchir le cap vers l'exploitation de véritables services de mobilité automatisée. De nombreuses questions techniques se posent pour le déploiement de ces solutions, par exemple sur les procédures administratives à suivre en termes de contractualisation.

D'autres portent sur la manière de surmonter les défis opérationnels liés à l'intégration d'une navette automatisée dans les réseaux de transport public en place, comme une ligne de bus. Selon Manon Eskenazi, les expérimentations du projet SAM ont permis aux collectivités impliquées un apprentissage important sur l'intégration de ces technologies dans les systèmes de transport collectif existant.

Vincent Bihan-Bocquet a souligné dans son intervention la difficulté de passer de l'expérimentation au déploiement. Bien que les projets de mobilité automatisée et connectée aient permis à l'agglomération de Paris-Saclay d'explorer des solutions innovantes, leur pérennisation

nécessite de démontrer la valeur ajoutée de l'automatisation par rapport aux services avec chauffeur. Un autre enjeu touche à la coopération avec l'autorité organisatrice de la mobilité (AOM) sur le territoire afin d'assurer l'interface avec les autres modes et une cohérence dans l'offre de transport.

Alors qu'Île-de-France Mobilités est AOM pour la région francilienne, l'agglomération de Paris-Saclay a joué un rôle clé dans la mise en relation des acteurs publics et privés, par exemple pour obtenir les autorisations de circulation auprès des différentes entités (communes, département, préfecture, université) qui gèrent les voiries. Cette expérience a permis d'optimiser les démarches pour gagner en efficacité sur les projets suivants.

Les expérimentations ont également mis en lumière le besoin de mieux faire le lien avec les projets urbains en cours, tels que des travaux sur la voirie. Noël Mercier d'ArchParc a évoqué les adaptations requises face aux évolutions du parc, dont la gestion des interfaces avec des chantiers en cours. Il a fallu assurer la continuité du service de navette automatisée malgré les changements soudains dans l'environnement, comme l'installation de palissades ou la présence de camions.

Plus globalement, le déploiement de systèmes de transports routiers automatisés nécessite pour les collectivités de se projeter sur les aménagements de l'infrastructure routière et plus largement la stratégie d'urbanisme et de gestion de l'espace public. Il s'agit de permettre l'articulation et la cohabitation à long terme de ces solutions avec les autres modes de transport doux et partagés (marche, vélo, covoiturage, etc.) dont elles font également la promotion.

Construire un service adapté aux besoins de la collectivité et ses habitants

L'analyse de tous ces projets met finalement en lumière l'importance de construire le service avec la collectivité et la population afin de favoriser l'acceptabilité des navettes automatisées et leur adoption dans les pratiques quotidiennes de mobilité.

L'association des habitants, présentée comme un axe fort de nombreuses expérimentations sur le papier, a peiné à produire des résultats concrets. Les retours des usagers n'ont souvent pas été pris en compte ou en mesure de faire évoluer les projets pour différentes raisons contextuelles, économiques, politiques, techniques, etc.

Manon Eskenazi a reconnu une limite du projet SAM sur ce point, les habitants n'ayant pas été réellement associés aux expérimentations. Elle a par ailleurs évoqué plusieurs usages nouveaux à imaginer, comme le fait d'utiliser la mobilité automatisée non seulement pour transporter des passagers, mais aussi amener des services directement aux habitants. Elle a souligné que l'intégration des usagers est donc un enjeu essentiel pour le succès futur de ces services de mobilité automatisée.

Les intervenants ont plus largement insisté sur l'importance de partir des besoins des territoires pour définir les solutions technologiques, plutôt que l'inverse. Vincent Bihan-Bocquet a remis en cause l'approche consistant à appliquer la technologie sans tenir compte des attentes locales. Il a expliqué que certains projets menés sur l'agglomération de Paris-Saclay ont échoué, car ils ne répondaient pas aux priorités de la collectivité et n'ont pas trouvé leur public.

D'après son expérience, le déploiement réussi d'un service de mobilité automatisée et connectée repose ainsi sur des prérequis essentiels, comme l'identification précise de cas d'usage en phase avec les besoins du territoire, l'acculturation progressive des acteurs locaux, et une concertation approfondie pour assurer l'acceptabilité des habitants.





© beti - Alpcat Médias

LES POINTS À RETENIR :

1. Le déploiement de robots-taxis va s'accélérer en 2025 aux États-Unis et en Chine avec l'ouverture de services commerciaux sans opérateur à bord dans de nouvelles villes. Ce début de passage à l'échelle a un impact direct sur les taxis et les voitures de transport avec chauffeur (VTC), qui font face à une concurrence de plus en plus forte. La compétition sino-américaine promet également de s'intensifier autour de la baisse des coûts des technologies et de la conquête de nouveaux marchés internationaux, dans un contexte de guerre économique accrue entre les deux pays.

2. La France, et plus largement l'Europe, connaissent un retard dans le déploiement de services de transports automatisés de voyageurs. Les expérimentations de véhicules de niveau 4, sans opérateur de sécurité à bord, ont été très peu nombreuses jusqu'à présent. Plusieurs défis techniques et non techniques sont en effet à traiter pour favoriser le passage de l'expérimentation au déploiement de services de mobilité automatisée. Dans ce but, l'État travaille à une nouvelle actualisation de la stratégie nationale pour la période 2025-2027.

3. L'un des enjeux majeurs pour permettre le passage à l'échelle des systèmes de transport routier automatisés (STRA) concerne la sécurité. Des réglementations ont été définies aux niveaux international, européen et national fixant des principes exigeants pour la conception et l'exploitation. Un aspect clé réside toutefois dans la démonstration de la sécurité des systèmes de transport automatisés qui repose, en pratique, sur une diversité d'acteurs concernés, d'étapes à respecter, ainsi que de scénarios et de tests à réaliser.

4. Par ailleurs, le déploiement de véhicules automatisés partagés et collectifs dépend étroitement de la coopération entre acteurs publics et privés. Les expérimentations menées en France ces dernières années soulignent les enjeux de gouvernance posés au niveau local et permettent de tirer un certain nombre d'enseignements utiles pour favoriser le déploiement de services pérennes de transport sans conducteur dans les territoires.

5. Parmi les conditions requises, l'acculturation des acteurs publics locaux à la mobilité routière automatisée et connectée s'avère d'abord indispensable. Les expérimentations ont ensuite montré la nécessité de renforcer la complémentarité avec l'offre de transport existante et les projets d'aménagement urbain sur le territoire. Enfin, il apparaît essentiel de construire des services de mobilité automatisée adaptés aux attentes des collectivités locales et aux besoins de leurs habitants.

CHAPITRE 2

PANORAMA DE LA PRÉPARATION DES TERRITOIRES FRANÇAIS À LA MOBILITÉ ROUTIÈRE AUTOMATISÉE

Ce deuxième chapitre présente un panorama de la préparation des territoires français à déployer des systèmes de transport automatisés partagés. En effet, la Communauté a amorcé en 2023 des travaux pour évaluer la capacité des intercommunalités à mettre en place une navette ou un bus sans conducteur. Dans ce but, elle a développé un indice permettant aux élus et aux agents publics communautaires d'auto-évaluer a priori leur niveau de motivation et de préparation à la mobilité routière automatisée.

Une première passation a été réalisée lors du salon des maires et des collectivités locales à Paris fin novembre 2023. Elle a permis de collecter des retours précieux et d'obtenir une évaluation préliminaire de la maturité d'un petit groupe d'intercommunalités. En 2024, l'objectif de la CIVA était d'étendre l'application de cet indice afin de fournir un panorama global et représentatif de la préparation des territoires partout en France métropolitaine à déployer des véhicules automatisés partagés.

Le chapitre revient en premier lieu sur la présentation de l'indice en précisant les objectifs de cet outil d'évaluation, la méthodologie de sa construction et les modalités de sa passation auprès des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) qui incarnent l'échelon de proximité pour développer des services de transport dans les territoires. Les principaux résultats de ce panorama sur la préparation des intercommunalités à la mobilité automatisée sont présentés et discutés en deuxième lieu. Le chapitre se concentre en troisième et dernier lieu sur la définition de quatre profils types d'EPCI permettant de proposer des pistes d'action adaptées pour les accompagner dans le déploiement de navettes et de bus automatisés.



p. 96

PARTIE 1

QU'EST-CE QUE L'INDICE DE PRÉPARATION DES TERRITOIRES ?

p. 106

PARTIE 2

QUE NOUS APPREND LE PANORAMA SUR LA PRÉPARATION DES TERRITOIRES À LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE ?

p. 122

PARTIE 3

DÉFINIR DES PROFILS D'EPCI POUR MIEUX LES ACCOMPAGNER À DÉPLOYER DES NAVETTES AUTOMATISÉES

✦

QU'EST-CE QUE L'INDICE DE PRÉPARATION DES TERRITOIRES ?

Cette première partie présente l'indice de préparation des territoires à la mobilité routière automatisée développé par la Communauté. Elle explique d'abord ce qu'est cet outil au service des intercommunalités françaises qui vise à les accompagner dans le déploiement de véhicules automatisés partagés sur leur territoire. Elle détaille ensuite la méthodologie sur laquelle repose l'indice et l'enquête menée en 2024 pour passer ce dernier auprès de tous les établissements publics de coopération intercommunale de France métropolitaine.

Un outil pour accompagner les intercommunalités dans le déploiement de la mobilité automatisée

L'indice de préparation permet aux intercommunalités d'autoévaluer leur capacité à déployer des navettes ou des bus sans conducteur. Il cible en particulier les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) qui incarnent l'échelon de proximité pour développer des services de transport dans les territoires.

Après une première passation en 2023 auprès d'un panel limité d'une soixantaine d'élus et d'agents communautaires, l'objectif de la Communauté en 2024 était de réaliser un panorama global se fondant sur l'analyse un échantillon représentatif de la population totale des EPCI, à la fois en fonction du type d'intercommunalité et de leur répartition géographique partout en France.

Contexte de création et cibles de l'indice

Il y a eu un essor ces dernières années des indices visant à mesurer la maturité des États[1] et des villes[2] à adopter des véhicules fortement, voire totalement, automatisés. Par exemple, le cabinet KPMG a développé à partir de 2018 un indice sur la préparation des pays, dont la France, à accueillir la technologie de conduite automatisée sur leurs routes.

Plus rares sont les travaux qui se sont intéressés à la mise en place des services de mobilité automatisés dans les territoires peu denses. Des chercheurs de l'université de Nottingham ont toutefois créé un indice spécifique pour mesurer les besoins et les capacités des districts et des comtés ruraux en Angleterre à déployer des véhicules électriques automatisés et connectés (CAEV Rural Transport Index – CARTI)[3].

[1] KPMG, 2018, Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles.

[2] ASH, Avery, PISHUE, Bob, WEISER, Benjamin, 2017, Highly Autonomous Vehicle City Evaluation, INRIX ; KHAN, Junaid Ahmed, WANG, Lan, JACOBS, Eddie, TALEBIAN, Ahmedraza, MISHRA, Sabyasachee, SANTO, Charles A., GOLIAS, Mihalis, ASTORNE FIGARI, Carmen, 2019, « Smart Cities Connected and Autonomous Vehicles Readiness Index ». In, Proceedings of ACM/EIGSCC Symposium On Smart Cities and Communities (SCC '19), ACM, New York, NY, USA ; JIANG, Like, CHEN, Haibo, CHEN, Zhiyang, 2022, « City readiness for connected and autonomous vehicles: A multi-stakeholder and multi-criteria analysis through analytic hierarchy process », Transport Policy, vol. 128, 13-24.

[3] WALTERS, Joseph George, MARSH, Stuart, RODRIGUES, Lucelia, Septembre 2022, « A Rural Transport Implementation Index for Connected, Autonomous and Electric Vehicles », Future Transportation, 2, p. 753-773.

Ces différents outils se concentrent principalement sur l'évaluation d'éléments objectifs (politiques et réglementations, maturité technologique, infrastructures, etc.), et parfois sur l'acceptabilité des consommateurs ou des citoyens. À l'exception du CARTI, ils considèrent aussi en priorité la préparation des États et des villes par rapport au développement des voitures individuelles automatisées ou des robots-taxis.

Ils n'interrogent cependant jamais la motivation et l'intérêt des villes et des collectivités locales elles-mêmes à déployer ces solutions innovantes de mobilité. En effet, l'analyse de l'état de l'art a montré l'absence d'outil qui prenne en compte la dimension subjective, c'est-à-dire les représentations, les connaissances, l'intérêt et l'intention des élus et des agents publics locaux à mettre en place des véhicules automatisés.

En 2023, la Communauté a souhaité innover en construisant un outil d'évaluation adapté à tous les territoires, y compris ruraux et périurbains, et à la spécificité de l'organisation politico-administrative française en matière de transport. L'indice cible ainsi les 1 254 établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre qui se répartissent en 2024 comme suit :

- 21 métropoles ;
- 14 communautés urbaines (CU) ;
- 229 communautés d'agglomération (CA) ;
- 990 communautés de communes (CC)[4].

Depuis l'adoption de la loi d'orientation des mobilités (LOM), les EPCI peuvent en effet devenir autorité organisatrice de la mobilité (AOM). Si les Régions sont désignées par la loi « cheffes de file » de la mobilité, les intercommunalités à fiscalité propre incarnent l'échelon de proximité pour développer des services de transport adaptés aux déplacements sur leur territoire.

Le fait de concentrer l'indice sur les EPCI, plutôt que les Régions, s'explique donc par la volonté de la Communauté de s'intéresser en priorité à l'ancrage territorial de la mobilité automatisée. Qu'ils aient pris la compétence mobilité ou qu'ils l'exercent par délégation de la Région pour certains services, les EPCI sont les acteurs clés du futur déploiement de véhicules automatisés afin de répondre aux besoins de mobilité de leurs habitants.

EPCI à fiscalité propre



[4] SEBBANE, Lionel, mars 2024, Les structures territoriales au 1er janvier 2024 : changements mineurs dans les cartes communales et intercommunales et poursuite de la baisse du nombre de syndicats intercommunaux, Bulletin d'information statistique de la DGCL, n° 182, Direction Générale des Collectivités Locales.

Objectifs et enjeux des travaux en 2024

Cet indice de préparation vise à permettre aux intercommunalités françaises d'auto-évaluer a priori leur capacité à mettre en place sur leur territoire un système de transport routier automatisé partagé ou collectif, tel qu'une navette ou un bus sans conducteur.

L'ambition de l'indice est d'améliorer la connaissance et la compréhension par les acteurs publics locaux des enjeux et des opportunités de la mobilité routière automatisée. Il est conçu pour être accessible et utile à toutes les intercommunalités, en permettant une évaluation rapide et simple qui peut déboucher sur des recommandations spécifiques pour chaque territoire.

Cet outil vise également à aider les EPCI les plus intéressés à passer à l'action. Il doit leur permettre d'intégrer dans leur planification des mobilités et de l'aménagement du territoire les éléments nécessaires au déploiement de véhicules automatisés partagés, et contribuer à éclairer leur prise de décision sur ce sujet.

La création de l'indice est une contribution directe de la Communauté à l'objectif de la stratégie nationale de renforcer l'accompagnement des collectivités locales dans le développement de la mobilité routière automatisée et connectée. Pour rappel, le Gouvernement a fixé en 2023 une cible ambitieuse visant le déploiement de 100 à 500 services de transports automatisés de voyageurs, sans opérateur à bord, d'ici 2030[5].

Une première présentation de l'outil a eu lieu lors du salon des maires et des collectivités locales à Paris en novembre 2023. À cette occasion, une passation du questionnaire a permis de collecter et d'analyser les réponses de 58 élus et agents communautaires issus de 38 départements, et d'obtenir alors une évaluation préliminaire de la maturité des territoires à la mobilité routière automatisée[6].

Les résultats ont montré qu'une très grande majorité des intercommunalités interrogées présentaient une maturité modérée ou avancée, mais qu'il y avait également une importante hétérogénéité entre les territoires. Bien qu'intéressants, ces résultats étaient limités, étant donné le faible nombre de répondants et la non-représentativité de l'échantillon analysé.

L'objectif de la Communauté en 2024 était donc de réaliser un panorama global de la préparation des territoires partout en France à déployer des véhicules automatisés partagés. Il s'agissait d'analyser un échantillon représentatif de la population mère de 1 254 EPCI à fiscalité propre, à la fois en fonction du type d'intercommunalité et de leur répartition géographique, en s'assurant d'avoir la réponse d'au moins une intercommunalité par département de France métropolitaine.

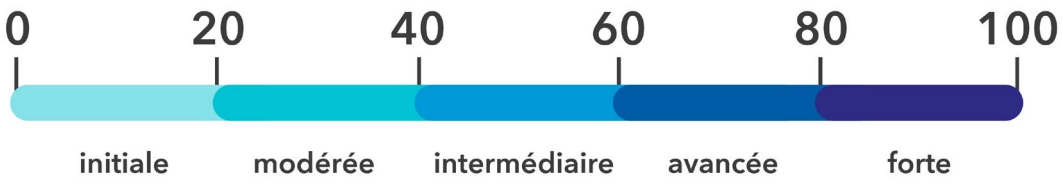
Méthodologie de l'indice et enquête auprès des EPCI

L'indice est un outil prenant la forme d'un questionnaire, à remplir par les élus et les agents communautaires, qui évalue la préparation de leur EPCI à partir de cinq dimensions. La mise à jour du questionnaire et sa passation à grande échelle auprès de toutes les intercommunalités, au printemps et à l'été 2024, ont permis de dresser un panorama de la préparation des territoires à la mobilité routière automatisée. Il est basé sur les réponses d'un échantillon représentatif de 182 EPCI issus de 91 départements de l'Hexagone.

[5] Gouvernement, janvier 2023, Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée – mise à jour, https://urls.fr/yaWBez.

[6] Pour une analyse détaillée de ces premiers résultats, voir Communauté d'intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé, 2024, La mobilité routière automatisée à la croisée des chemins, Paris, Conseil & Recherche, p. 106-119, https://urls.fr/vqVEPr.

Échelle des niveaux de préparation à la mobilité automatisée



Un outil d'évaluation en 5 dimensions

L'indice évalue la préparation des EPCI au déploiement des véhicules automatisés à partir de cinq grandes dimensions, composées de plusieurs items :

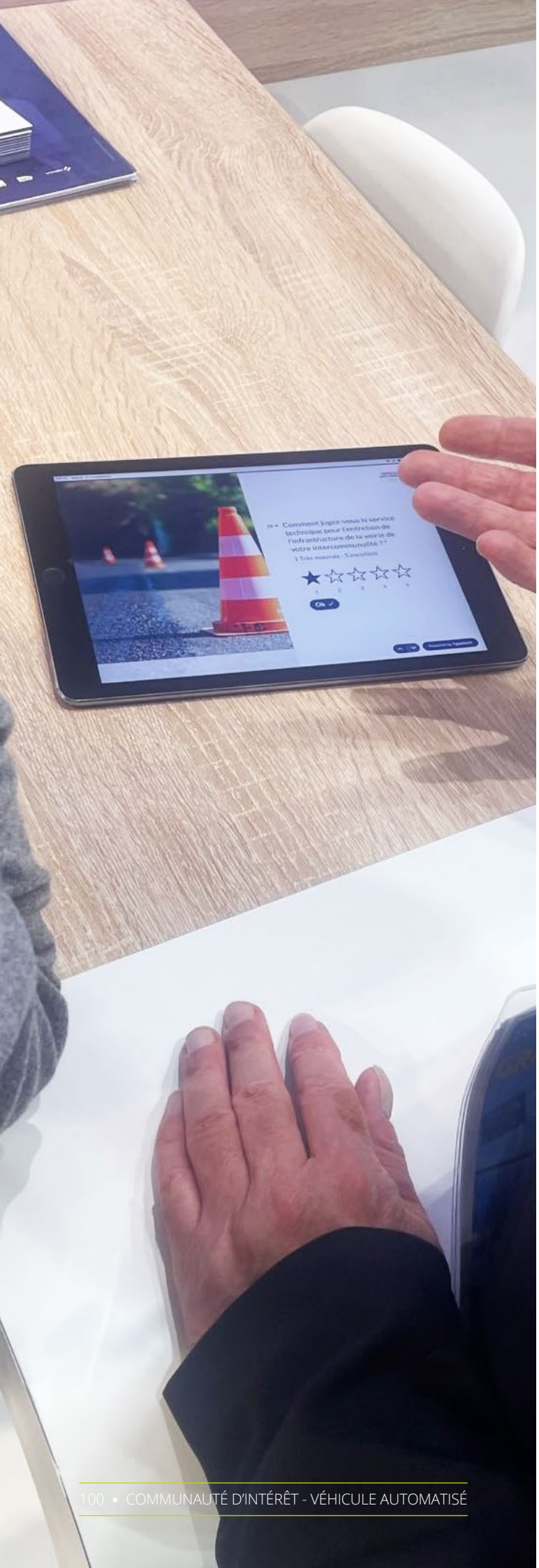
- **les besoins de transport public** : offre, qualité, besoin, manque de conducteurs ;
- **les connaissances et les informations sur les véhicules automatisés** : définition, cadre légal, stratégie nationale, connaissance d'expérimentations ;
- **l'intérêt pour les navettes et les bus automatisés** : enjeux de mobilité, usages, personnes concernées, impacts positifs, accueil d'expérimentation, intention de déploiement ;
- **les ressources de l'intercommunalité** : compétence et versement mobilité, service et agents dédiés, besoins et obstacles pour le déploiement ;
- **les infrastructures physiques et numériques** : entretien, voies dédiées, connectivité, réseau, aménagements de la route et des règles de circulation.

Il est calculé sur 100 points, les cinq dimensions étant notée chacune sur 20 points pour s'assurer d'un poids similaire entre elles et simplifier l'évaluation et la compréhension du résultat.

En fonction de ce score global, les intercommunalités se répartissent sur une échelle de mesure composée de cinq niveaux :

- **préparation initiale (0-20)** lorsque les conditions minimales pour déployer des véhicules automatisés sont absentes ou très limitées ;
- **préparation modérée (20-40)** quand certaines conditions préexistent au sein de l'EPCI mais sont limitées ;
- **préparation intermédiaire (40-60)** quand l'EPCI dispose de certains éléments nécessaires au déploiement ;
- **préparation avancée (60-80)** quand l'EPCI maîtrise la plupart des composantes pour mettre en place des véhicules automatisés ;
- **préparation forte (80-100)** quand l'EPCI réunit toutes les conditions requises pour faire circuler des navettes automatisées sur son territoire.

Cette évaluation progressive permet à chaque répondant à l'indice de situer précisément le niveau de préparation de son intercommunalité. En fonction des scores obtenu à chacune des cinq dimensions, des recommandations sont aussi directement fournies sur les actions prioritaires à mener pour permettre à l'EPCI de progresser vers un déploiement réussi de la mobilité routière automatisée et connectée sur son territoire.



Mise à jour et passation du questionnaire

Une première version du questionnaire de l'indice a été élaborée en co-construction avec les entreprises de la Communauté, les parties prenantes de l'écosystème France Véhicules Autonomes (FVA), ainsi que les représentants de l'État (DGITM), des collectivités locales et des intercommunalités.

La passation de cette première version en 2023 a donné l'opportunité de discuter de l'outil avec ces différents acteurs. Ces derniers ont pu fournir des retours tant sur le contenu que sur la forme du questionnaire. Plusieurs items ont été repensés sur les dimensions relatives aux connaissances, aux ressources de l'intercommunalité, et surtout aux infrastructures physiques et numériques.

En effet, les premiers résultats sur cette dimension, la mieux notée par les répondants en 2023, apparaissaient surévalués par rapport à la complexité des enjeux et des besoins en la matière aux yeux des représentants de VINCI. Les échanges avec ces derniers ont contribué à rationaliser et affiner les questions initiales dont la formulation était souvent trop ambiguë ou imprécise.

Par exemple, les anciennes questions invitant à juger de la qualité générale de l'infrastructure routière ou du travail du service technique pour l'entretien de la voirie ont été remplacées par des questions sur l'existence de voies dédiées et de systèmes de connectivité pour les transports partagés. De même, des questions ont été ajoutées sur la préparation de l'EPCI à effectuer des aménagements ponctuels ou à changer les règles de circulation sur certaines voiries.

Une nouvelle version du questionnaire a ainsi été retravaillée et stabilisée début 2024. Elle a servi à une passation à grande échelle de l'indice de préparation auprès des intercommunalités à fiscalité propre partout en France au printemps et à l'été.

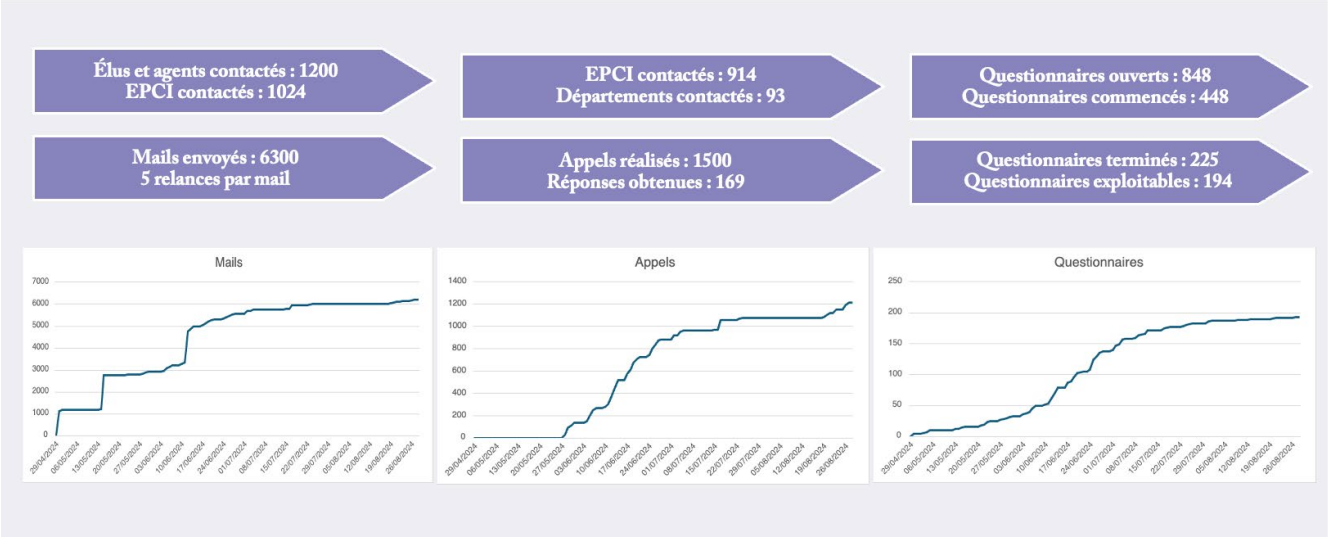
SYNTHÈSE MÉTHODOLOGIQUE SUR LA MISE À JOUR DE L'INDICE ENTRE 2023 ET 2024

Plusieurs ajustements méthodologiques de l'outil ont été réalisés en 2024, à partir des retours et des résultats obtenus à la suite de la première passation au salon des maires l'année précédente. Ils ont contribué à mettre à jour l'indice par rapport à la version élaborée et testée par la Communauté en 2023. Les modifications apportées se concentrent sur trois grands aspects :

- **Le questionnaire a été repris en conservant les cinq dimensions mais en reformulant certaines et en changeant leur ordre d'apparition.** Plusieurs questions ont aussi été supprimées, par exemple sur le type de territoire (rural, périurbain, urbain) de l'intercommunalité, et d'autres ont été reformulées, comme sur la thématique des infrastructures évoquée précédemment ;
- **L'échelle de mesure a été enrichie d'un cinquième niveau sur la préparation « intermédiaire » (40-60).** En effet, les résultats préliminaires ont montré que les quatre catégories de maturité (initiale, modérée, avancée et forte) définies en 2023 étaient trop généralistes et pas assez progressives pour bien différencier les EPCI entre eux, la majorité de la soixantaine de répondants étudiés se classant alors dans les catégories de maturité modérée et avancée ;
- **La dénomination de l'outil a changé en remplaçant l'expression « index de maturité » par celle d'« indice de préparation »** pour traduire en français le terme anglais courant de « readiness index ». Ce choix s'explique par la volonté de la Communauté de ne pas pointer du doigt les intercommunalités qui seraient potentiellement moins « matures » pour accueillir des véhicules automatisés et d'insister sur les conditions pour préparer leur déploiement.



Une passation de 4 mois (fin avril- fin août)



L'enquête auprès des intercommunalités s'est déroulée en trois grandes étapes, à savoir :

- la création d'une base de données avec les coordonnées des EPCI ;
- l'envoi du questionnaire par mail auprès de contacts génériques et individuels ;
- la sollicitation par téléphone des EPCI pour les inciter à répondre.

La construction de la base de données a d'abord constitué une étape préalable essentielle à la passation du questionnaire de l'indice. Elle s'est appuyée en amont sur l'exploration, d'une part, des informations sur les EPCI accessibles en open source sur internet (notamment data.gouv.fr) et sur l'acquisition payante, d'autre part, d'une base de contacts individuels pour pouvoir solliciter des élus et des agents en charge des mobilités et des transports dans les intercommunalités.

Cette phase s'est accompagnée d'un processus de nettoyage, de vérification et de mise à jour régulières des données collectées. Le but était de garantir la pertinence des contacts ciblés et l'exactitude de leurs coordonnées afin de simplifier et rationaliser autant que possible le déroulé de l'enquête. En aval, les échanges téléphoniques avec les EPCI ont permis d'obtenir des informations complémentaires plus précises pour mettre à jour la base de données.

La passation du questionnaire proprement dite s'est ensuite déroulée sur quatre mois, de fin avril à fin août 2024, à la fois par mail et par téléphone. Une campagne initiale de sensibilisation a permis l'envoi de 6 300 courriels à l'adresse mail générique de plus de 1000 EPCI ainsi qu'à des contacts individuels, principalement des présidents et des directeurs généraux des services.

Distribution des 194 répondants au questionnaire de l'indice

Échantillon total	N	Distribution
Répondants individuels	194	100 %
Poste du répondant		
Président(e)	3	1,5 %
Vice-président(e)	1	0,5 %
Vice-président(e) en charge de la mobilité/des transports	10	5 %
Élu(e) communautaire	6	3 %
Directeur/Directrice général(e) des services	11	6 %
Directeur/Directrice général(e) adjoint(e)	12	6 %
Directeur/Directrice ou chef(fe) de service	49	25 %
Chef(fe) de bureau	4	2 %
Agent(e) travaillant sur les mobilités, transports, voirie	79	41 %
Agent(e) communautaire	19	10 %

Des relances ciblées ont été faites par la suite toutes les deux semaines auprès de ceux n'ayant pas répondu. Pour compléter cette approche, près de 1 500 appels téléphoniques ont également été réalisés auprès d'environ 900 EPCI. Ils ont permis de solliciter directement des élus et des agents au sein des intercommunalités afin de les inciter à remplir le questionnaire en ligne.

Cette démarche a permis de recueillir 225 questionnaires complets, dont 194 ont finalement été jugés exploitables après vérification. En effet, 21 répondants n'ont pas accepté les conditions du questionnaire, 6 réponses ne concernaient pas les EPCI à fiscalité propre visés par l'enquête, et 4 répondants ont déclaré ne pas occuper un poste d'élu ou d'agent communautaire.

Présentation de l'échantillon des EPCI étudiés

L'enquête a ainsi porté sur 194 répondants individuels, à savoir des élus et des agents communautaires ayant répondu au questionnaire en ligne. Ces derniers sont majoritaires au sein de l'échantillon qui se compose de 174 non élus (90 %) et 20 élus (10 %). Parmi les répondants non élus, 51 % sont des agents, dont une majorité travaille sur les sujets de mobilité, transports et voirie, et 39 % sont des cadres dirigeants, principalement des directeurs ou des chefs de service.

Ces données révèlent une participation significative des acteurs administratifs directement impliqués dans la gestion des mobilités sur les territoires et confirment la pertinence des résultats obtenus dans le cadre de cette enquête. Cette sur-représentation des agents communautaires, notamment ceux en charge des mobilités, s'explique par la stratégie de passation adoptée. En effet, ces derniers étaient en général plus facilement joignables et disponibles que les élus et se sont donc vus souvent relayer le questionnaire en interne.

L'ensemble des répondants représente un échantillon total de 182 EPCI, certains élus ou agents ayant répondu au questionnaire appartenant à une seule et même intercommunalité. Dans ce cas, le score à l'indice retenu pour l'EPCI concerné constitue la moyenne des scores individuels obtenus par chaque répondant après remplissage du questionnaire en ligne.

Les 182 EPCI analysés correspondent à environ 15 % du total des intercommunalités à fiscalité propre de France. Ils constituent un échantillon représentatif du nombre des différents types d'EPCI en se répartissant comme suit :

- 6 métropoles (3 % de l'échantillon) ;
- 4 communautés urbaines (2 % de l'échantillon) ;
- 51 communautés d'agglomération (28 % de l'échantillon) ;
- 121 communautés de communes (67 % de l'échantillon).

Les 182 EPCI analysés couvrent par ailleurs 91 des 96 départements de l'Hexagone, représentant ainsi 14,6 millions d'habitants. Dans certains départements, plusieurs EPCI ont participé à l'enquête, témoignant d'une forte mobilisation locale. Par exemple, la Haute-Garonne dispose de 7 EPCI dans l'échantillon, la Meurthe-et-Moselle et l'Orne en comptent 6 chacun, et le Puy-de-Dôme enregistre 5 réponses d'intercommunalités différentes.

À l'inverse, malgré les efforts déployés pour atteindre tous les EPCI à fiscalité propre de France métropolitaine, aucune réponse n'a été obtenue pour ceux situés à Paris et dans la petite couronne (Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne et Val-d'Oise). Cette absence s'explique principalement par l'organisation institutionnelle propre à la métropole du Grand Paris, dont la création en 2016 a entraîné la disparition des EPCI à fiscalité propre. Elles ont été remplacées par 11 Établissements Publics Territoriaux (EPT) qui sont des intercommunalités à caractère spécial.

Enfin, les 182 EPCI de l'échantillon ont été reclassés selon le type de territoire (rural, périurbain, urbain) où il se trouve, d'après la nomenclature de l'Insee. Cette dernière s'appuie en effet sur deux critères pour qualifier les EPCI à fiscalité propre : la densité de population et l'influence d'un pôle d'emploi (ville-centre).

Dans le détail, l'Insee considère un EPCI comme urbain si plus de 50 % de sa population réside dans une ou plusieurs communes urbaines au sens de sa grille de densité de population. Les EPCI non urbains sont ruraux. Parmi eux, l'Insee distingue ceux dénommés « ruraux périurbains » si plus de 50 % de leur population réside dans des communes rurales périurbaines. Dans le cas contraire, l'EPCI est qualifié de « rural autonome »[7].

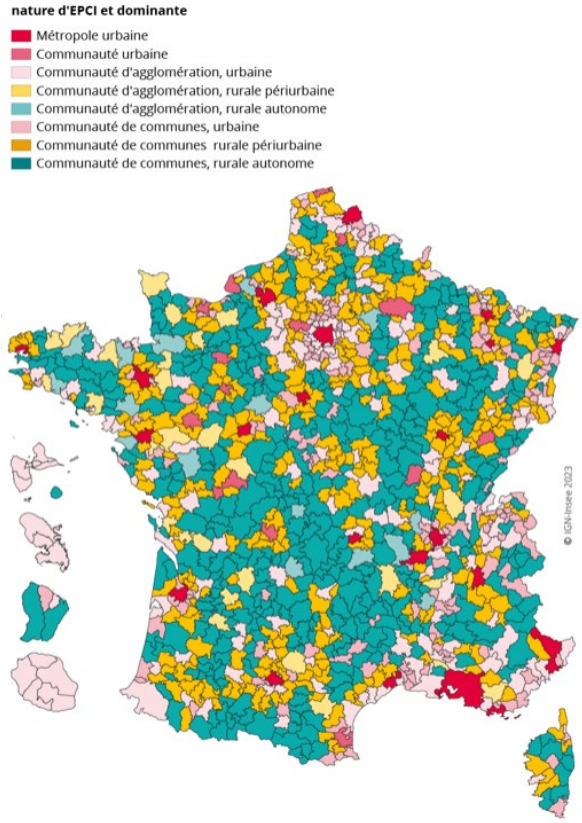
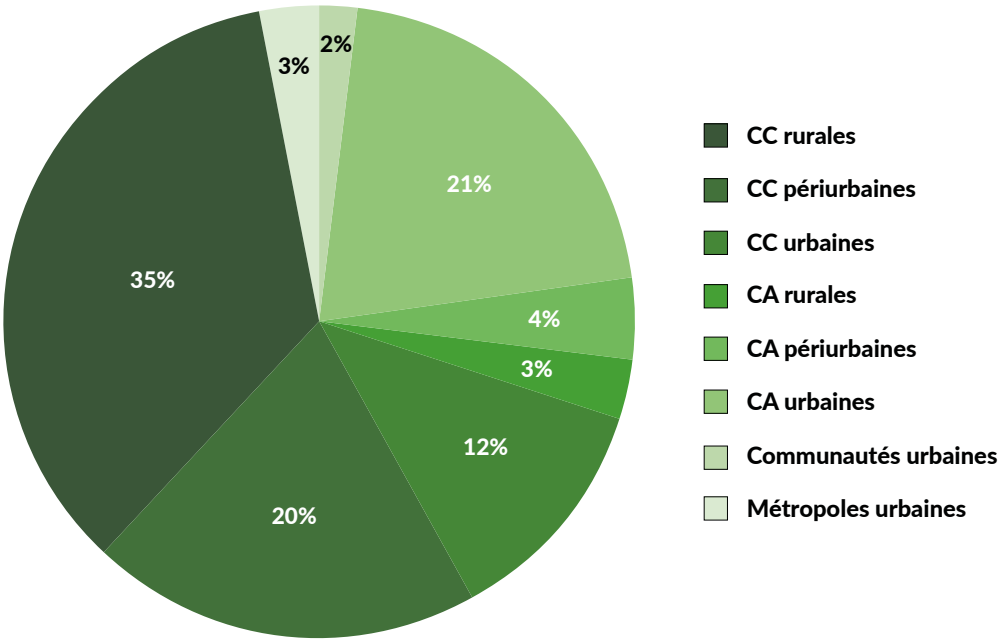


Figure 1 : Insee, Répartition des EPCI, https://urls.fr/IErS-8

[7] BRUTEL, Chantal, 17/01/2023, Des communautés de communes rurales aux métropoles urbaines: la grande diversité des EPCI à fiscalité propre en France, Insee focus, n°286, https://urls.fr/0nONXX.

Distribution des 182 EPCI de l'échantillon par territoire



Ce cadre permet de distinguer les intercommunalités rurales, périurbaines, et urbaines en adéquation avec leurs caractéristiques démographiques et économiques, en se fondant sur des critères objectifs à la place des réponses subjectives, et donc potentiellement biaisées, fournies par les répondants eux-mêmes au premier questionnaire en 2023. Cette approche assure également que l'indice de préparation est adapté aux réalités et aux besoins de chaque type de territoire.

En suivant la catégorisation de l'INSEE, il ressort que les intercommunalités les plus représentées au sein de l'échantillon étudié sont : les communautés de communes rurales (35 %), suivies des communautés d'agglomération urbaines (21 %), et des communautés de communes périurbaines (20 %). Si l'on regroupe les différentes catégories d'intercommunalités en fonction de leur type de territoire, l'échantillon se compose de 70 EPCI ruraux (autonomes), 43 EPCI périurbains et 69 EPCI urbains.

QUE NOUS APPREND LE PANORAMA SUR LA PRÉPARATION DES TERRITOIRES À LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE ?

Le panorama révèle en premier lieu que des conditions favorables à la mobilité routière automatisée sont présentes dans tous les territoires de France métropolitaine. L'analyse des scores moyens à chacune des cinq dimensions de l'indice permet de préciser les leviers et les freins à la mise en place de navettes ou de bus sans conducteur par les intercommunalités étudiées.

L'analyse des résultats en fonction du type d'EPCI (communautés de communes, communautés d'agglomération, communautés urbaines et métropoles) et du type de territoire (rural, périurbain, urbain) permet en second lieu de nuancer ce panorama global. Dans le détail, les métropoles, et les EPCI urbains en général, apparaissent plus préparées que les communautés de communes, et les EPCI ruraux et périurbains, à déployer ces nouvelles solutions de mobilité.

Des conditions favorables à la mobilité routière automatisée présentes partout en France

Les résultats globaux de l'enquête sont encourageants avec des EPCI qui affichent un niveau moyen de préparation intermédiaire au déploiement de véhicules automatisés partagés. L'analyse de l'indice par dimension montre que les intercommunalités sont dans l'ensemble très peu informées sur le sujet. Elles expriment surtout des besoins importants en matière de transports publics qui sont corrélés positivement à leur intérêt pour les navettes automatisées.

Un niveau de préparation intermédiaire au déploiement des véhicules automatisés

L'indice moyen de préparation des intercommunalités est de 45 sur 100, ce qui correspond à un niveau de préparation intermédiaire. Ce résultat global met en lumière la présence de conditions favorables au déploiement de véhicules automatisés déjà en place dans de nombreux territoires partout dans l'Hexagone.

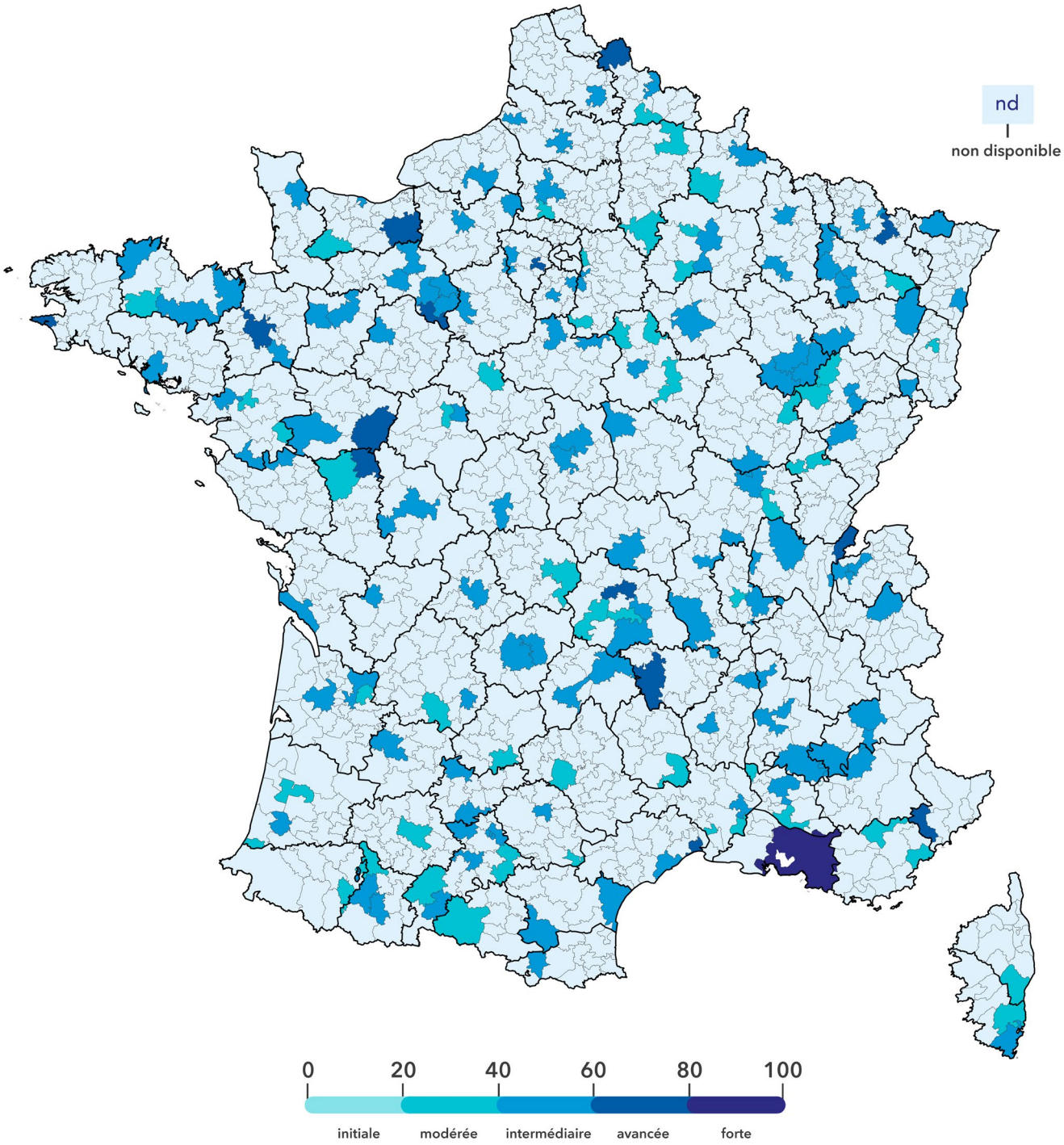
La répartition des 182 EPCI selon les différents niveaux de préparation est la suivante :

- 1 % en préparation forte (1 EPCI) ;
- 8 % en préparation avancée (15 EPCI) ;
- 62 % en préparation intermédiaire (113 EPCI) ;
- 29 % en préparation modérée (53 EPCI) ;
- 0 % en préparation initiale (0 EPCI) ;

On note ainsi que la grande majorité des EPCI étudiés (91 %) présente un niveau de préparation intermédiaire ou modéré, traduisant une relative homogénéité entre les territoires. Les résultats de l'enquête montrent ainsi que les intercommunalités analysées partagent certains prérequis au déploiement de véhicules automatisés.

Dans le détail, aucun EPCI de l'échantillon ne présente un niveau de préparation initial, ce qui s'explique par une certaine facilité pour les répondants d'obtenir un score à l'indice au moins égal ou supérieur à 20 points sur les différents items de l'enquête. Une seule intercommunalité atteint un niveau de préparation forte, avec un score supérieur à 80. Il s'agit de la Métropole d'Aix-Marseille-Provence.

Le panorama sur la préparation des territoires

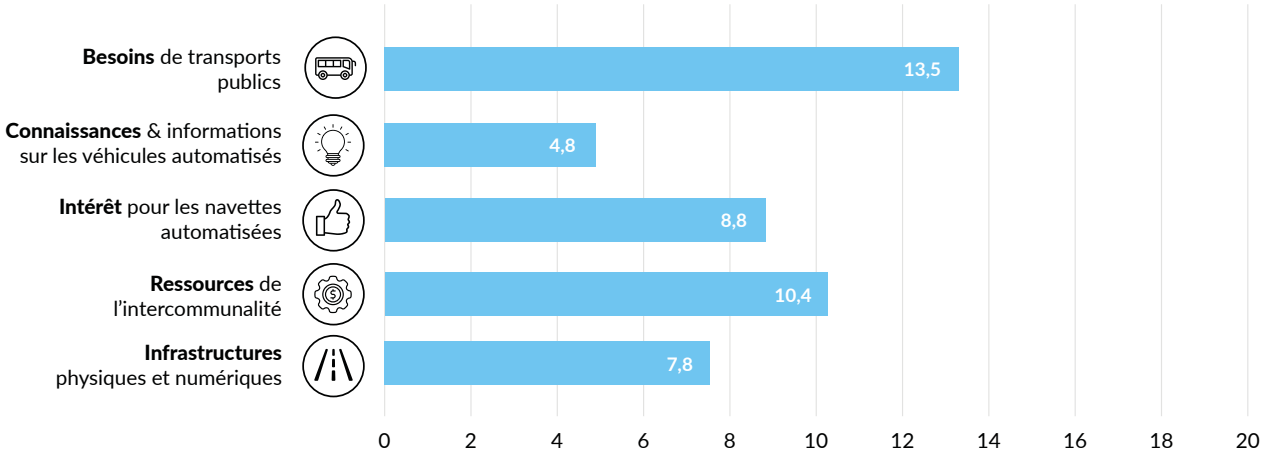


Des EPCI avec des besoins en transports publics, très peu informés mais avec un intérêt modéré pour les navettes automatisées

L'analyse des résultats par dimension de l'indice de préparation permet de dresser un premier portrait global plus précis des EPCI analysés. Il en ressort les principaux éléments suivant :

- **Des besoins en transports publics bien présents (13,5/20)** : les besoins en matière de transport public des EPCI se manifestent surtout par un manque d'offre, une fréquence et une couverture limitées des lignes existantes, qui sont exacerbés par une pénurie de conducteurs de bus assez marquée dans tous les territoires.
- **Des connaissances très limitées (4,8/20)** : les EPCI, en particulier les communautés de communes et certaines communautés urbaines, ont des connaissances très faibles sur la mobilité routière automatisée, avec notamment une faible maîtrise des aspects légaux et de la stratégie nationale.
- **Un intérêt modéré (8,8/20)** : bien que l'intérêt pour les navettes automatisées reste modéré, celles-ci sont perçues par les EPCI comme un moyen d'améliorer la mobilité des non-détenteurs du permis et de réduire l'usage individuel de la voiture (voir focus 1).
- **Des infrastructures insuffisantes (7,8/20)** : les résultats montrent une présence limitée de voies dédiées et de systèmes de connectivité, par exemple de priorisation aux intersections, pour les transports partagés et collectifs, surtout dans les territoires ruraux et périurbains, y compris dans certaines agglomérations.
- **Des ressources inégales selon les territoires (10,4/20)** : les ressources des EPCI sont variables, avec certaines communautés de communes et d'agglomération nécessitant des moyens supplémentaires pour mener à bien un projet de navette automatisée.

Score moyens des EPCI aux cinq dimensions de l'indice de préparation



L'évaluation est essentielle pour préparer le passage à l'échelle, et c'est indéniable. Malgré tout, il faut savoir que, quoi qu'il arrive et quelle que soit la qualité de l'évaluation et les indicateurs choisis, les situations observées pendant l'évaluation ne seront jamais reproduites à l'identique : « on ne se baigne jamais dans le même fleuve » disait Héraclite. D'où l'intérêt de se laisser toujours des marges de manœuvre pour que le projet puisse continuer à évoluer à l'issue de l'évaluation, et conserver intacts les éléments de motivation de tous les acteurs de terrain.

Gérard Hernja,
Chargé de recherche pédagogique à l'École de Conduite Française,
Conseil d'orientation 8, 26 novembre 2024

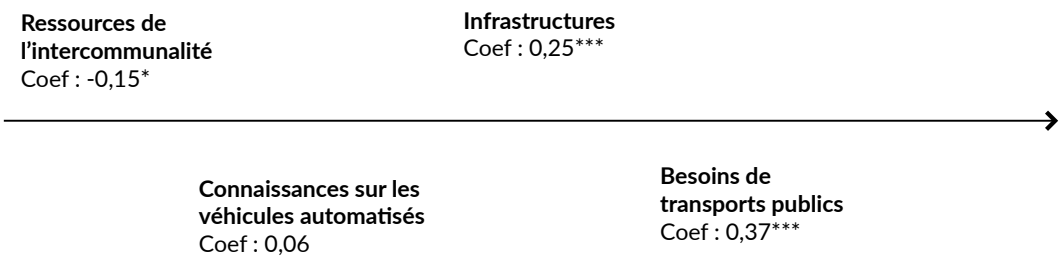
Un intérêt pour les navettes automatisées corrélé aux besoins en transport public

Étant donné l'attention spéciale portée par la Communauté à la question de l'intérêt des EPCI pour les navettes automatisées, des analyses complémentaires ont été entreprises sur cette dimension. Par exemple, une piste d'étude a consisté à étudier les corrélations entre celle-ci et les quatre autres dimensions constituant l'indice de préparation, à savoir : les besoins de transports publics, les connaissances et les informations sur le véhicule automatisé, les ressources de l'intercommunalité, et les infrastructures physiques et numériques.

La frise ci-dessous représente la distribution des quatre coefficients de corrélation de ces dimensions relativement à celle de l'intérêt exprimé pour les navettes automatisées. Plusieurs observations peuvent être faites à partir de ces résultats :

- **La dimension la plus corrélée à l'intérêt pour les navettes automatisées est celle des besoins de transports publics.** Cette corrélation traduit une tendance des répondants de l'enquête à positionner leur intérêt pour les navettes sans conducteur en fonction des besoins existant en matière de transport public sur leur territoire. En moyenne, plus ces besoins sont importants, et plus l'intérêt est prononcé parmi les répondants.
- **L'intérêt est également positivement corrélé aux infrastructures physiques et numériques.** De ce fait, elles apparaissent comme un levier déterminant la volonté des EPCI de déployer un véhicule automatisé partagé sur leur territoire.
- **La corrélation entre le niveau de connaissances et l'intérêt n'est pas significative et le coefficient est très proche de zéro.** Ainsi, le fait d'être informé sur la mobilité routière automatisée ne semble pas être lié à un intérêt pour son déploiement.
- **Le niveau de ressources des EPCI est négativement corrélé à leur intérêt pour le véhicule automatisé.** Cette corrélation est cependant plus faible que les deux premières, et révèle un taux de significativité moins important. Elle indique que les EPCI les plus intéressés par les navettes automatisées ne sont pas ceux possédant le plus de ressources.

Frice des corrélations[8] des dimensions de l'indice avec l'intérêt pour les navettes automatisées



[8] Les astérisques sur la frise correspondent aux différents seuils de significativité des coefficients de corrélation : *correspond à un seuil de significativité avec une p-value ≤ 0,1, **correspond à un seuil de significativité avec une p-value ≤ 0,05, et *** correspond à seuil de significativité avec une p-value ≤ 0,01.

FOCUS 1 SUR LES RÉPONSES AUTOUR DE L'INTÉRÊT POUR LES NAVETTES AUTOMATISÉES DES EPCI

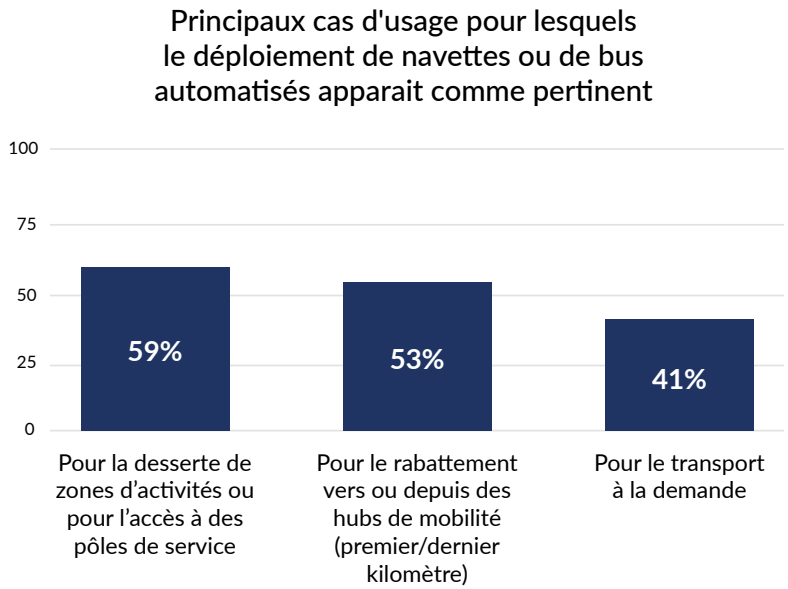
Les graphiques ci-contre illustrent les réponses des 182 EPCI étudiés à différents items relatifs à la dimension « intérêt pour les navettes automatisées », à savoir : les cas d'usage à privilégier, les personnes dont la mobilité serait améliorée grâce à ces dernières, et les impacts positifs pour le territoire.

Ces trois items faisaient l'objet dans le questionnaire d'une question à choix multiples. Pour chacun, les trois réponses les plus citées par les participants à l'enquête ont été sélectionnées et analysées en détail. Les valeurs dans les graphiques révèlent le pourcentage d'EPCI de l'échantillon ayant manifesté un intérêt pour les réponses correspondantes.

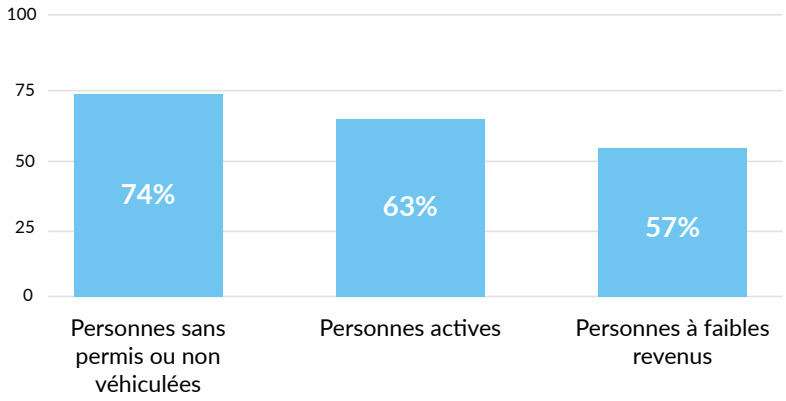
Les résultats soulignent ainsi que l'intérêt des EPCI étudiés pour le déploiement de navettes automatisées s'oriente principalement vers une amélioration de la mobilité pour les personnes sans permis de conduire ou non véhiculés et pour les personnes actives.

Selon les répondants, leur déploiement aurait également un impact positif en matière de diminution de l'usage de la voiture individuelle, de réduction de l'empreinte carbone des transports et d'augmentation de l'attractivité du territoire.

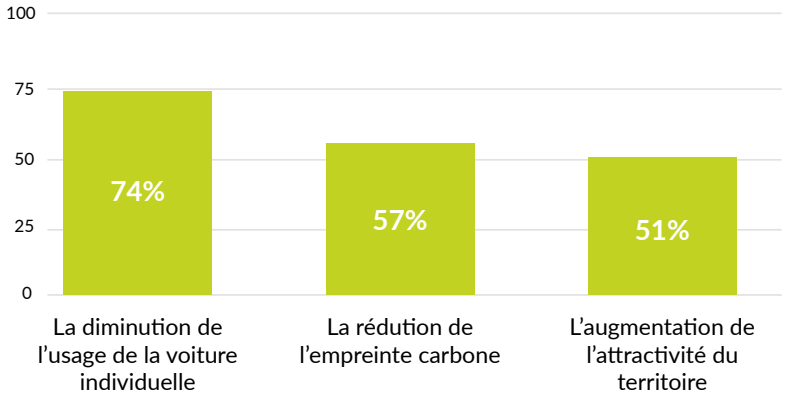
À l'opposé, les navettes et les bus automatisés apparaissaient peu pertinents aux yeux des EPCI concernant le transport touristique (30 %) et de marchandises (12 %), l'amélioration de la sécurité routière (15 %) ou la création d'emplois (19 %).



Type de personnes dont le déploiement de navettes ou de bus automatisés améliorerait la mobilité



Principaux aspects sur lesquels le déploiement de navettes ou de bus automatisés aurait un impact positif



Des résultats plus nuancés selon le type d'EPCI et de territoire

Les résultats du panorama se révèlent plus nuancés lorsque l'analyse se porte au niveau des différents types d'EPCI et de territoire. On constate d'abord que les métropoles se distinguent nettement des autres catégories par leurs connaissances sur les véhicules automatisés, leurs ressources consacrées à la mobilité, et leurs infrastructures physiques et numériques. L'écart est notamment marqué avec les communautés de communes très peu dotées de ces divers éléments.

Du point de vue du territoire, les EPCI urbains apparaissent aussi logiquement plus préparés que ceux ruraux et périurbains au déploiement de navettes automatisées. Là encore, la différence réside principalement dans les connaissances et les infrastructures dont ils disposent. Un effet propre au territoire se révèle néanmoins lorsque l'on compare les indices de préparation des différentes communautés d'agglomération.

Des métropoles qui se distinguent par leurs connaissances, leurs ressources et leurs infrastructures face à des communautés de communes très peu dotées

L'analyse des résultats selon les différents types d'EPCI (communautés de communes, communautés d'agglomération, communautés urbaines et métropoles) permet d'avoir une vision plus détaillée du panorama en cernant leurs forces et leurs faiblesses respectives. Il permet également de passer outre des moyennes dominées par la grande proportion de communautés de communes et d'agglomération au sein de l'échantillon étudié.

Une différence importante s'observe d'abord sur les connaissances relatives à la mobilité routière automatisée entre, d'une part, les métropoles qui se disent bien informées sur le sujet et, d'autre part, les autres intercommunalités qui déclarent des connaissances beaucoup plus limitées. Les premières se démarquent principalement par leur maîtrise du cadre légal et de la stratégie nationale. Il est toutefois à noter une forte variation sur le sujet entre les répondants des six métropoles (Aix-Marseille, Bordeaux, Lille, Lyon, Nancy, Rennes).

Concernant les transports publics ensuite, les communautés de communes sont celles qui expriment le plus de besoins en la matière, comparés aux autres catégories d'EPCI. Ces écarts sont illustrés par des scores plus faibles pour juger de l'offre existante, ainsi que des scores plus élevés concernant la nécessité d'améliorer la couverture du territoire. L'intérêt pour les navettes automatisées est quant à lui plutôt homogène entre les divers types d'EPCI. Des différences sont néanmoins observables dans leurs réponses aux items de cette dimension (voir focus 2).

Comme évoqué précédemment, des inégalités en matière de ressources existent entre les différents types d'EPCI. D'un côté se situent les métropoles, les communautés urbaines et à un degré moindre les communautés d'agglomération, qui obtiennent des scores assez élevés sur cette dimension. À l'opposé, les communautés de communes présentent un score moyen beaucoup plus bas, symbolisé par un pourcentage plus faible d'entre elles possédant la compétence mobilité, ce qui n'est pas obligatoire pour elles selon la LOM[9], et prélevant le versement mobilité.

[9] Voir la loi n° 2019-1428 du 24 décembre 1982 d'orientation des mobilités (LOM).

Les ressources humaines et financières consacrées à la mobilité constituent ainsi un point fort des métropoles, des communautés urbaines et d'agglomération qui ont la charge de gérer les réseaux de transport urbains depuis les années 1980[10]. Les répondants de ces EPCI déclarent systématiquement avoir la compétence, lever le versement mobilité et disposer d'un service dédié avec des agents maîtrisant les compétences pour répondre à des appels d'offre ou appels à projet.

En matière d'infrastructures physiques et numériques enfin, une distinction se dessine entre, d'un côté, les communautés de communes et d'agglomération pour lesquelles elles sont insuffisantes et, d'un autre côté, les communautés urbaines et les métropoles qui obtiennent des scores élevés. En effet, les communautés de communes manquent fortement de voies dédiées et de systèmes de connectivité pour les transports publics.

Les communautés d'agglomération ont un déficit moins marqué sur ces sujets, mais significativement plus important que par rapport aux communautés urbaines et aux métropoles analysées. Ces dernières possèdent toutes sur leur territoire des voies dédiées aux transports partagés, tandis que la moitié des communautés urbaines et deux tiers des métropoles ont des systèmes de connectivité déjà en place pour les transports publics.

Scores moyens aux cinq dimensions de l'indice par type d'EPCI

Dimensions (sur 20 points)	**Communautés de communes** (121 EPCI)	**Communautés d'agglomération** (51 EPCI)	**Communautés urbaines** (4 EPCI)	**Métropoles** (6 EPCI)
Besoins de transports publics	14,2	12,0	12,2	11,9
Connaissances & informations sur les véhicules automatisés	3,8	6,5	4,4	10,3
Intérêt pour les navettes automatisées	8,7	8,7	8,5	9,7
Ressources de l'intercommunalité	8,6	13,6	16,1	15,9
Infrastructures physiques et numériques	6,9	9,1	12,6	13,3
Indice de Préparation (sur 100 points)	**42,2**	**49,8**	**53,8**	**61,1**

[10] Voir la loi n° 82-1153 du 30 décembre 1982 d'orientation des transports intérieurs (LOTI).

FOCUS 2 SUR LES RÉPONSES AUTOUR DE L'INTÉRÊT POUR LES NAVETTES AUTOMATISÉES DES DIFFÉRENTS TYPES D'EPCI

Les graphiques ci-contre illustrent les réponses des différentes catégories d'EPCI (communautés de communes, communautés d'agglomération, communautés urbaines et métropoles) à différents items relatifs à la dimension « intérêt pour les navettes automatisées », à savoir : les cas d'usage à privilégier, les personnes dont la mobilité serait améliorée grâce à ces dernières, et les impacts positifs pour le territoire.

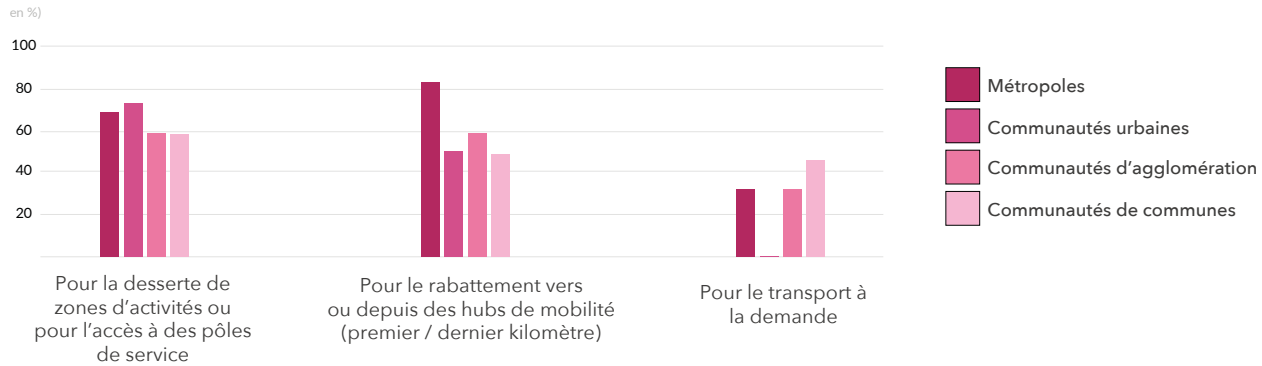
Ces trois items faisaient l'objet dans le questionnaire d'une question à choix multiples. Pour chacun, les trois réponses les plus citées par les participants à l'enquête ont été sélectionnées et analysées en détail. Malgré un intérêt pour le déploiement de navettes automatisées homogène (entre 8,7 et 9,7 sur 20) selon les différents types d'EPCI, il est intéressant d'étudier plus en profondeur les disparités entre eux dans les réponses aux principaux items de cette dimension.

On observe d'abord que la desserte de zones d'activités (ou l'accès à des pôles de services), et le rabattement vers des hubs de mobilité, sont les cas d'usage perçus comme les plus pertinents par les métropoles (67 %) et les communautés urbaines (75 %). À l'inverse, peu d'entre elles estiment que le déploiement de véhicules automatisés peut être pertinent afin de favoriser le transport à la demande (33 % pour les métropoles, 0 % pour les communautés urbaines).

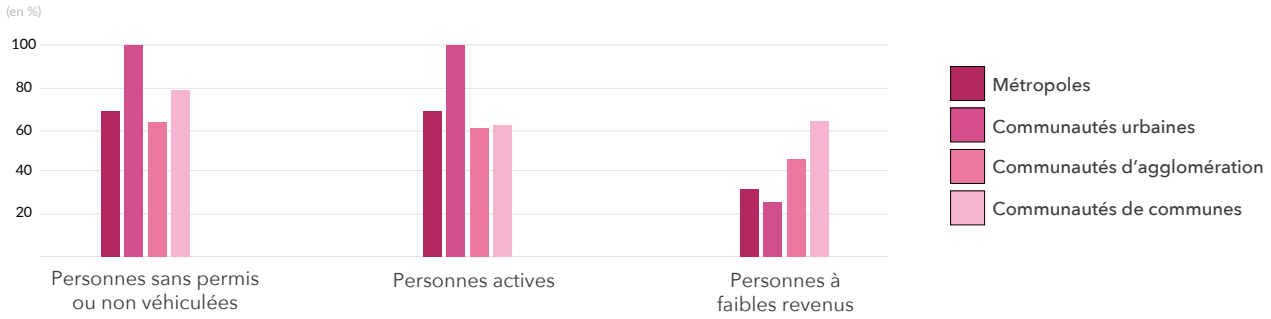
Par ailleurs, ces deux catégories d'EPCI sont en majorité convaincues de l'apport des véhicules automatisés partagés pour améliorer la mobilité des personnes sans permis (ou non véhiculées) et des personnes actives. Elles le sont toutefois beaucoup moins concernant la mobilité des personnes à faibles revenus (33 % pour les métropoles, 25 % pour les communautés urbaines), au contraire des communautés d'agglomération (45 %) et surtout de communes (64 %).

Concernant les aspects sur lesquels un déploiement des véhicules automatisés partagés pourrait avoir un impact positif, on remarque enfin que les différents types d'EPCI s'accordent sur la diminution de l'usage de la voiture individuelle. On note également que les métropoles perçoivent un impact moindre pour réduire l'empreinte carbone. Les communautés de communes et d'agglomération sont quant à elles les plus convaincues des conséquences positives des navettes automatisées pour améliorer l'attractivité de leur territoire (51 % et 53 % respectivement, contre 25 % des communautés urbaines et 33 % des métropoles).

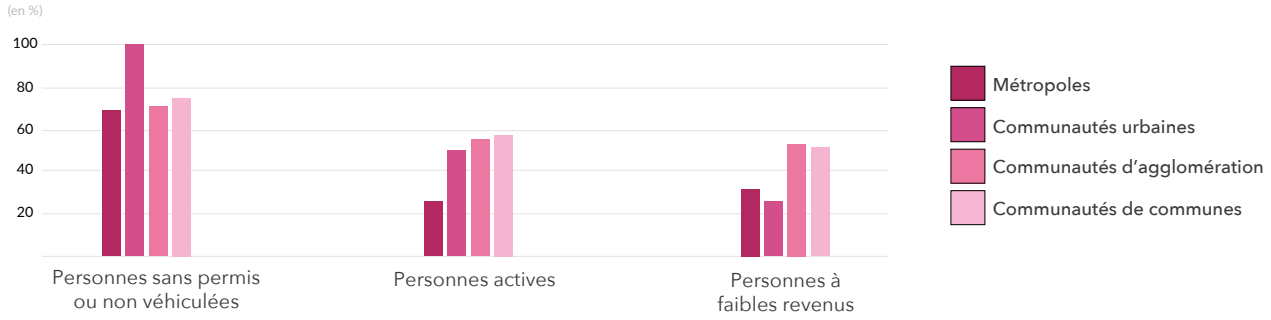
Principaux cas d'usage pour lesquels le déploiement de navettes ou de bus automatisés apparait comme pertinent, par types d'EPCI



Type de personnes dont le déploiement de navettes ou de bus automatisés améliorerait la mobilité, par type d'EPCI



Principaux aspects sur lesquels le déploiement de navettes ou de bus automatisés aurait un impact positif, par type d'EPCI



Des EPCI urbains globalement plus préparés que les ruraux et les périurbains

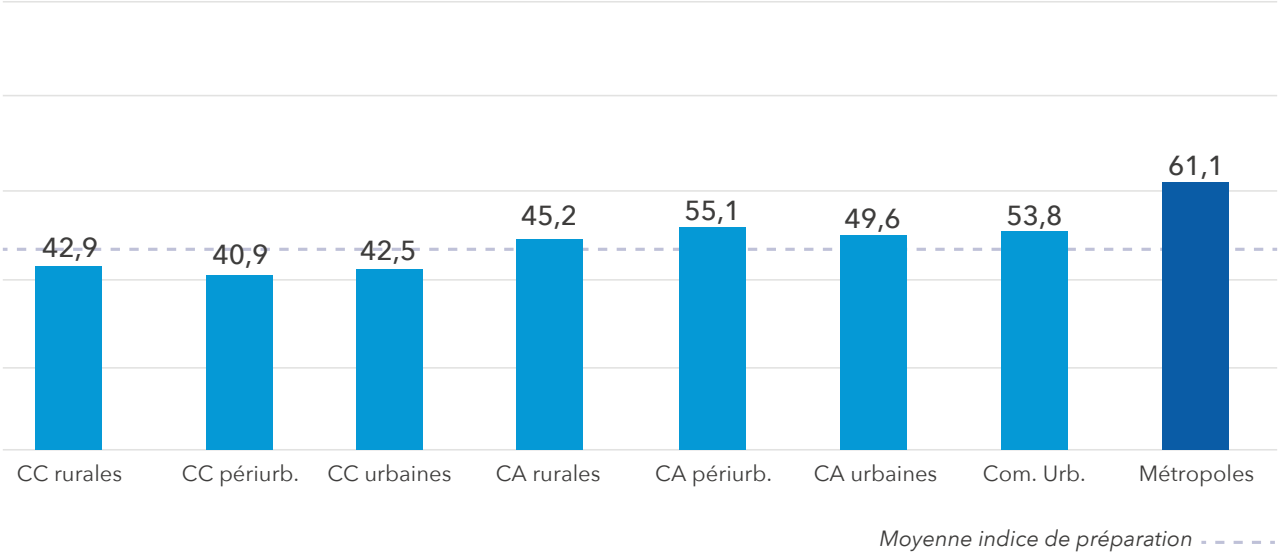
L'analyse par type de territoire (rural, périurbain, urbain) permet d'adopter une approche complémentaire à celle par type d'EPCI. Tout d'abord, les intercommunalités classées selon l'Insee comme rurales et périurbaines présentent un indice de préparation à la mobilité automatisée inférieur à leurs homologues urbaines. Parmi elles, les communautés de communes périurbaines affichent l'indice moyen le plus faible (40,9/100), tandis que les métropoles ont le plus élevé (61,1).

Dans le détail, les EPCI urbains sont mieux informés sur la mobilité routière automatisée. Ils bénéficient également de ressources supérieures et d'infrastructures adaptées au déploiement de services de navettes ou de bus sans conducteur. Ces résultats recoupent logiquement ceux par type d'EPCI, puisque les métropoles, les communautés urbaines et la majorité des communautés d'agglomération (38/51) sont des territoires urbains au sens de la classification de l'Insee.

Les EPCI ruraux et périurbains se caractérisent par une connaissance limitée du cadre légal et de la stratégie nationale sur les véhicules automatisés, ainsi qu'une absence de voies dédiées et de systèmes de connectivité préexistants pour les transports publics et partagés. Ces lacunes constituent des défis spécifiques que ces territoires devront surmonter pour renforcer leur préparation au déploiement de navettes et de bus automatisés.

L'intérêt pour les navettes automatisées s'avère en outre plus élevé parmi les EPCI ruraux (9/20) et périurbains (9,1) qu'urbains (8,3), sans que l'écart soit significatif. Une hypothèse est que cet intérêt accru s'explique par le déficit de transport en commun dans les territoires peu denses. Elle est appuyée par la corrélation positive évoquée précédemment entre les besoins de transports publics et l'intérêt pour les navettes automatisées (voir la frise des corrélations).

Indice de préparation selon le type de territoire



[9] Voir la loi n° 2019-1428 du 24 décembre 1982 d'orientation des mobilités (LOM).

Scores moyens aux cinq dimensions de l'indice
par type de territoire

Dimensions (sur 20 points)	**EPCI ruraux** (70 EPCI)	**EPCI périurbains** (43 EPCI)	**EPCI urbains** (69 EPCI)
Besoins de transports publics	14,5	14,0	12,1
Connaissances & informations sur les véhicules automatisés	4	3,9	6,2
Intérêt pour les navettes automatisées	9	9,1	8,3
Ressources de l'intercommunalité	8,8	9,2	12,7
Infrastructures physiques et numériques	6,8	7,1	9,4
Indice de Préparation (sur 100 points)	**43,1**	**43,3**	**48,6**



[10] Voir la loi n° 82-1153 du 30 décembre 1982 d'orientation des transports intérieurs (LOTI).



Un effet du territoire sur la préparation des communautés d'agglomération

De manière générale, les résultats à ce niveau d'analyse sont moins prononcés que ceux par type d'EPCI, puisque les communautés de communes représentent la très grande majorité des EPCI ruraux (64/70) et des EPCI périurbains (36/43) de l'échantillon. L'approche selon le type de territoire permet néanmoins de comparer les EPCI appartenant à une même catégorie, à savoir les communautés de communes et les communautés d'agglomération, notamment sur leur intérêt pour les navettes automatisées (voir focus 3).

Par exemple, les communautés de communes urbaines, telles que celle du Val de Drôme dans la Drôme ou du Val d'Amboise en Indre-et-Loire, obtiennent des scores plus élevés sur la dimension des ressources que celles périurbaines et rurales. Elles déclarent plus souvent posséder la compétence mobilité, prélever le versement mobilité et disposer d'un service dédié aux transports.

C'est surtout au niveau des communautés d'agglomération que la distinction par type de territoire se révèle la plus intéressante et significative. En effet, les communautés d'agglomération périurbaines, comme Lannion-Trégor dans les Côtes-d'Armor, Lisieux dans le Calvados ou encore Saumur dans le Maine-et-Loire, ont un indice de préparation moyen de 55,1 sur 100, le plus élevé de l'échantillon derrière les métropoles.

Ce dernier est nettement supérieur à celui des agglomérations rurales, telles que celle de la région de Château-Thierry dans l'Aisne, de Tulle en Corrèze ou d'Issoire dans le Puy-de-Dôme, qui ont un indice moyen inférieur de dix points (45,2). L'écart est moindre, mais également marqué, avec les communautés d'agglomération urbaines, telles que Châlons-en-Champagne dans la Marne, Arlysère en Savoie ou Terres de Montaigu en Vendée, présentant un indice de préparation moyen de 49,6 sur 100.

Ces différences s'expliquent par de fortes disparités dans les connaissances sur les véhicules automatisés et les infrastructures physiques et numériques. Les communautés d'agglomération rurales ont les scores les plus faibles de tout l'échantillon concernant l'information (2,7) et les infrastructures (6,7). Les six étudiées déclarent en effet n'avoir aucune connaissance du cadre légal et de la stratégie nationale sur la mobilité routière automatisée, et ne disposer d'aucune voie dédiée et d'aucun système de connectivité pour les transports collectifs et partagés.

[9] Voir la loi n° 2019-1428 du 24 décembre 1982 d'orientation des mobilités (LOM).



Scores moyens des Communautés d'agglomération
aux cinq dimensions de l'indice par type de territoire

Dimensions (sur 20 points)	**CA rurales** (6 EPCI)	**CA périurbaines** (7 EPCI)	**CA urbaines** (38 EPCI)
Besoins de transports publics	12,9	13,9	11,5
Connaissances & informations sur les véhicules automatisés	2,7	8,3	6,7
Intérêt pour les navettes automatisées	9,4	9,6	8,4
Ressources de l'intercommunalité	13,5	14,2	13,5
Infrastructures physiques et numériques	6,7	9,1	9,5
Indice de Préparation (sur 100 points)	**45,2**	**55,1**	**49,6**

[10] Voir la loi n° 82-1153 du 30 décembre 1982 d'orientation des transports intérieurs (LOTI).

FOCUS 3 SUR LES RÉPONSES AUTOUR DE L'INTÉRÊT POUR LES NAVETTES AUTOMATISÉES DES COMMUNAUTÉS DE COMMUNES ET D'AGGLOMÉRATION SELON LEUR TYPE DE TERRITOIRE

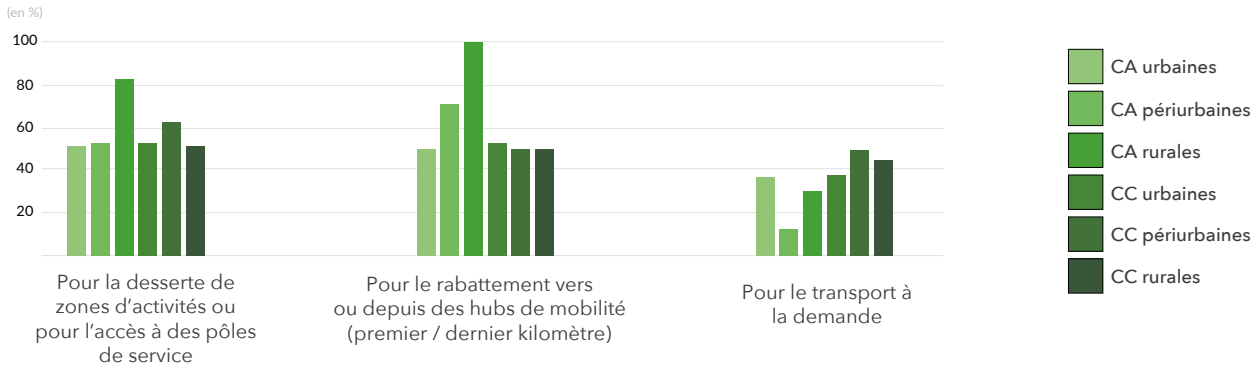
Les graphiques ci-contre illustrent les réponses des EPCI selon leur type de territoire (rural, périurbain, urbain) à différents items relatifs à la dimension « intérêt pour les navettes automatisées », à savoir : les cas d'usage à privilégier, les personnes dont la mobilité serait améliorée grâce à ces dernières, et les impacts positifs pour le territoire. Ces trois items faisaient l'objet dans le questionnaire d'une question à choix multiples. Pour chacun, les trois réponses les plus citées par les participants à l'enquête ont été sélectionnées et analysées en détail.

Tout d'abord, les communautés d'agglomération rurales se distinguent des agglomérations périurbaines et urbaines, ainsi que des communautés de communes, par une affirmation forte de la pertinence des navettes automatisées pour permettre le rabattement vers ou depuis des hubs de mobilité (100 %) et pour la desserte de zones d'activités ou l'accès à des pôles de service (83 %).

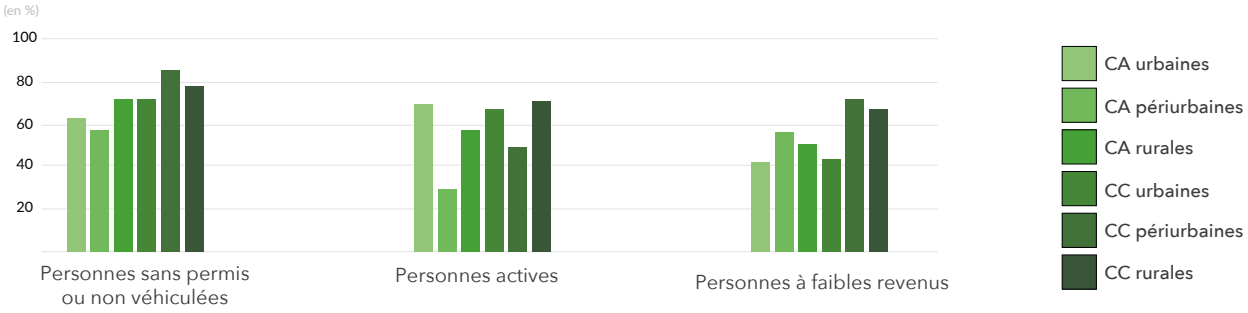
Les communautés de communes rurales et périurbaines considèrent ensuite davantage les navettes et les bus automatisés comme des solutions pour la mobilité des personnes sans permis ou non véhiculées (78 % pour celles rurales et 86 % pour celles périurbaines) et à faibles revenus (67 % pour celles rurales et 72 % pour celles périurbaines). Les communautés de communes et d'agglomération urbaines les voient surtout utiles pour les personnes actives (respectivement 68 % et 67 %), tout comme les communautés de communes rurales (69 %).

Les communautés de communes périurbaines pensent par ailleurs que les navettes automatisées auraient un impact positif sur la réduction de l'empreinte carbone (75 %), contrairement à celles urbaines (38 %). Les communautés d'agglomérations périurbaines perçoivent enfin plus nettement les navettes automatisées comme un levier pour renforcer l'attractivité de leur territoire (71 %).

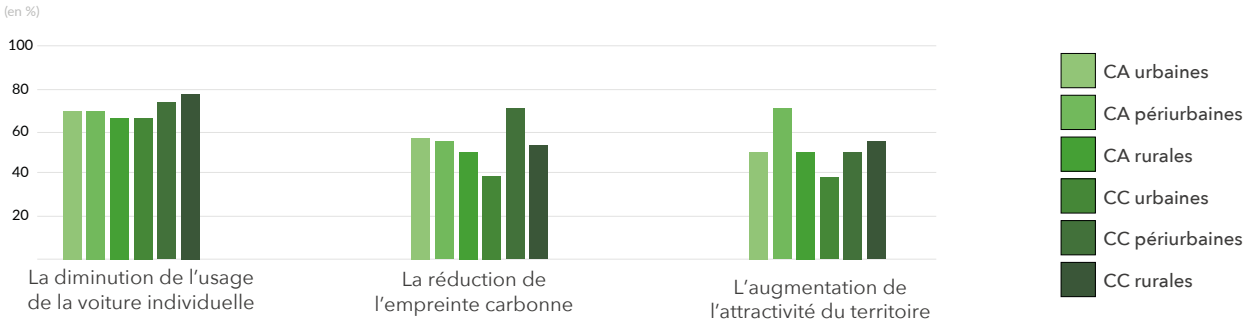
Principaux cas d'usage pour lesquels le déploiement de navettes ou de bus automatisés apparait comme pertinent, par types de territoires



Type de personnes dont le déploiement de navettes ou de bus automatisés améliorerait la mobilité, par type de territoires



Principaux aspects sur lesquels le déploiement de navettes ou de bus automatisés aurait un impact positif, par type de territoires





DÉFINIR DES PROFILS D'EPCI POUR MIEUX LES ACCOMPAGNER À DÉPLOYER DES NAVETTES AUTOMATISÉES

Dans le but d'établir des pistes d'actions plus opérationnelles et de favoriser la préparation des territoires au déploiement de véhicules automatisés partagés, une dernière étape dans l'analyse des réponses à l'indice a consisté à déterminer de grands profils d'EPCI par le biais d'une autre méthode statistique.

En fonction de leurs caractéristiques, ces quatre grands profils ont été qualifiés d'« indifférents », de « novices », de « contraints et d'« impliqués ». Les résultats mettent finalement en exergue un intérêt global pour la mobilité routière automatisée, plus de 4 EPCI sur 5 (84 %) se déclarant intéressés par le déploiement de navettes ou de bus sans conducteur, mais qui varie selon les profils d'intercommunalités.

Détermination de profils selon les réponses à l'indice

Une méthode de regroupement hiérarchique a été utilisée pour réunir les EPCI de l'échantillon en fonction de leurs scores aux différentes dimensions de l'indice. Elle a permis de déterminer quatre grands profils qui ont été dénommés : les indifférents, les novices, les contraints et les impliqués.

Méthode de regroupement hiérarchique

Ces profils ont été créés en appliquant la méthode statistique du regroupement hiérarchique. Elle permet de former des groupes (aussi appelés clusters) au sein d'un échantillon selon un ou plusieurs critères de ressemblance préalablement définis11. Elle permet ainsi d'identifier et de créer, à partir de ces critères, des groupes présentant des caractéristiques communes.



La méthode de regroupement hiérarchique choisie pour cette analyse (classification ascendante hiérarchique) correspond à l'application d'un algorithme qui commence par considérer chaque individu comme un groupe séparé, puis fusionne progressivement les groupes les plus similaires jusqu'à ce qu'il ne reste qu'un seul groupe englobant l'ensemble des données. Elle crée ensuite un arbre hiérarchique, ou dendrogramme, des groupes retenus. L'arbre représente les relations entre eux et montre comment ils sont liés à différents niveaux.

Dans le cas de l'enquête, les cinq dimensions de l'indice ont été définies comme les critères de ressemblance pour procéder au regroupement des 182 EPCI de l'échantillon. En fonction de leurs scores à ces critères, l'analyse a permis de les répartir dans les quatre profils suivants :

- Profil 1 : les « indifférents » (29 EPCI – 16 % de l'échantillon) ;
- Profil 2 : les « novices » (43 EPCI – 24 % de l'échantillon) ;
- Profil 3 : les « contraints » (75 EPCI – 41 % de l'échantillon) ;
- Profil 4 : les « impliqués » (35 EPCI – 19 % de l'échantillon).

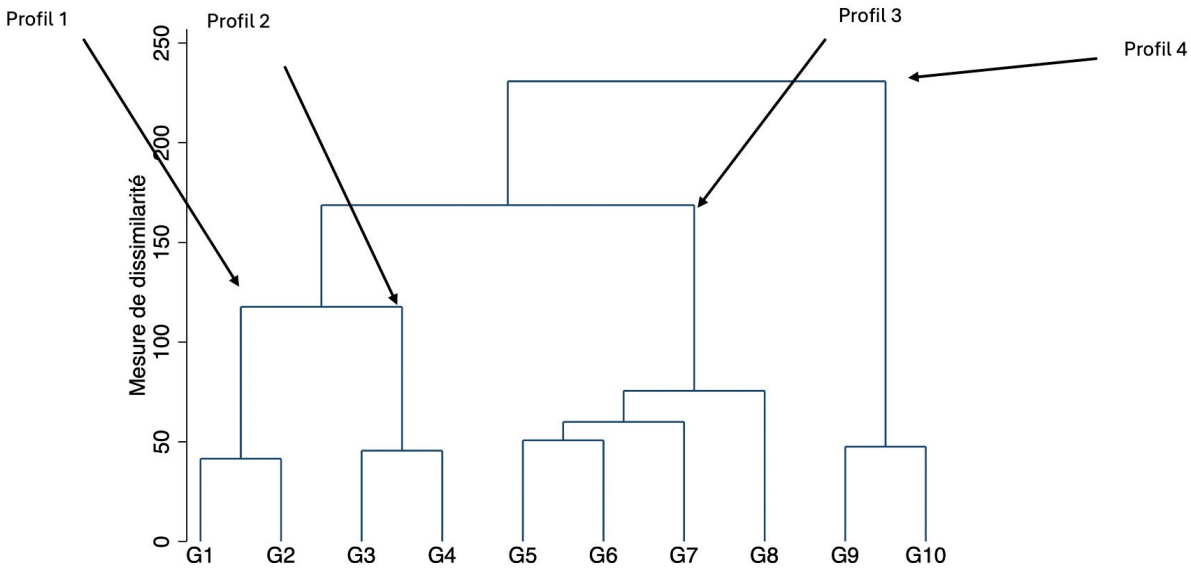


Figure 2 : Dendrogramme des clusters d'EPCI

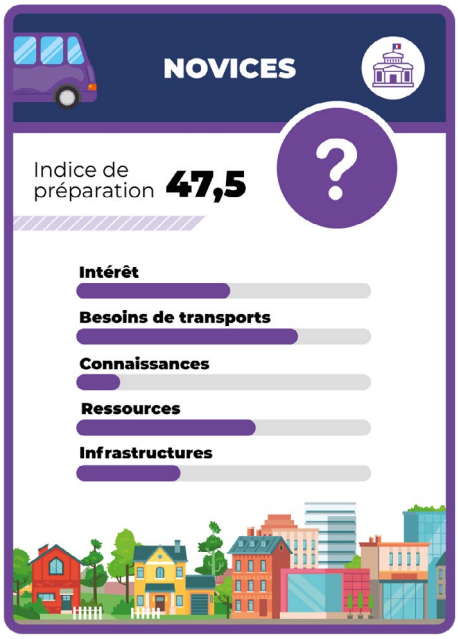
Présentation des 4 profils d'EPCI

Ces quatre grands profils d'EPCI identifiés grâce à la méthode de regroupement hiérarchique ont été dénommés en fonction de leurs caractéristiques respectives, telles que décrites ci-dessous.



Le profil des « indifférents » présente l'indice moyen le plus faible (36,9 sur 100). Il est composé d'EPCI affichant des niveaux de préparation modéré (22 EPCI) et intermédiaire (7 EPCI). Ce profil regroupe notamment des communautés de communes et d'agglomération urbaines, telles que, par exemple, la communauté de communes Sarlat-Périgord noir en Dordogne et la Communauté d'agglomération du Bassin d'Aurillac dans le Cantal.

Ce profil est caractérisé par un manque très important de connaissances (3,2) et surtout le plus faible intérêt pour les navettes automatisées (4,1). Les EPCI relevant de ce profil déclarent également des besoins en transport public (10,4) moins importants que les autres. Leurs ressources déclarées sont plutôt élevées (13,3), voire très élevées pour certains, mais leurs infrastructures physiques et numériques restent assez limitées (6).



Le profil des « novices » a un indice de préparation très proche du score moyen de l'enquête (47,5), ce qui se traduit par une majorité d'EPCI avec un niveau de préparation intermédiaire (39 sur 43). Il est composé de 15 communautés de communes rurales (par exemple la CC Cap Sizun – Pointe du Raz dans le Finistère), 11 périurbaines (comme la CC Moselle et Madon en Meurthe-et-Moselle), et 2 urbaines (notamment la CC du Sud Corse), ainsi que de 13 communautés d'agglomération, dont 8 urbaines (notamment celle de Royan en Charente-Maritime). À noter également la présence d'une communauté urbaine (Arras) et d'une métropole (Nancy).

Les EPCI composant ce profil sont les moins informés sur le sujet (2,8), mais ils se démarquent par un intérêt plus prononcé pour les navettes automatisées (10,4). Ils expriment aussi d'importants besoins en termes de transports publics (15,1), qui s'illustrent par des scores importants sur la nécessité d'améliorer les horaires, la desserte et la couverture de leur territoire.

Le profil des « contraints » englobe 41 % de l'échantillon. L'indice de préparation moyen de ce profil se situe légèrement en dessous du score moyen (41,1), ce qui se traduit par la présence quasiment exclusive d'EPCI à des niveaux de préparation modéré (28 EPCI) et intermédiaire (45). 71 des 75 intercommunalités composant ce profil sont des communautés communes, dont la majorité est rurale (40) et périurbaine (21), et dans une moindre mesure urbaine (10). On peut citer en exemple la communauté de communes du Sisteronais-Buëch dans les Alpes-de-Haute-Provence, celle des Coteaux du Girou en Haute-Garonne ou du Val d'Amboise dans l'Indre-et-Loire.

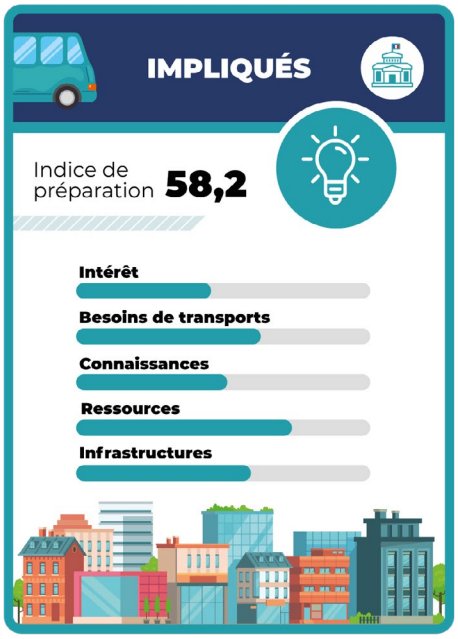
Les EPCI appartenant à ce profil déclarent un niveau de ressources (6,3) très faible. En effet, nombreux sont ceux qui n'ont pas la compétence mobilité et ne prélèvent pas le versement mobilité. Ils ont aussi moins souvent des agents capables de répondre à des appels d'offre, à projet ou à manifestation d'intérêt. Ils déclarent en outre des lacunes dans leurs infrastructures physiques et numériques (7,2), ainsi que leurs connaissances et sur les véhicules automatisés (4,1). Ils expriment en revanche des besoins significatifs afin d'améliorer l'offre de transport public sur leur territoire (14,2) et un intérêt relativement marqué (9,5) pour les navettes automatisées.



Le profil des « impliqués » possède un indice de préparation moyen de 58,2, soit le plus élevé parmi les quatre.

Ce profil est principalement composé de communautés d'agglomération, dont 19 urbaines (par exemple de Saint-Quentin-en-Yvelines) et 4 périurbaines (notamment de Lisieux Normandie dans le Calvados). Il rassemble aussi la majorité des communautés urbaines (Grand Besançon, Limoges, Grand Poitiers) et des métropoles (Aix-Marseille, Bordeaux, Lille, Lyon, Rennes) étudiées, ainsi que 4 communautés de communes, dont celles du Val-de-Drôme en Biovallée dans la Drôme et des Collines du Perche Normand. Il est logique de retrouver ces deux derniers territoires engagés dans des projets de navettes automatisées.

Les EPCI « impliqués » sont les mieux dotés en matière de ressources consacrées à la mobilité (14,6) et d'infrastructures adaptées (11,8). C'est également le profil le mieux informé en la matière (10,2), avec une très bonne connaissance du cadre légal, des expérimentations menées en France, et de la stratégie nationale pour le développement de la mobilité routière automatisée. Pour autant, leur intérêt est relativement limité (9,1) au regard de leurs scores sur les autres dimensions.



Un intérêt global pour les navettes automatisées mais qui varie selon les profils d'EPCI

L'analyse montre que plus de 4 EPCI sur 5 (84 %) se déclarent intéressés par le déploiement de navettes automatisées. Cet intérêt est toutefois plus lié aux besoins en transports publics exprimés que par les connaissances sur la mobilité automatisée et les ressources de l'intercommunalité. Ce constat permet de proposer des pistes d'actions adaptées à chaque profil pour accompagner aux mieux les EPCI à se préparer à la mise en place de véhicules automatisés partagés sur leur territoire.

Un intérêt davantage motivé par les besoins en transports publics que par les connaissances et les ressources de l'intercommunalité

Il ressort de l'analyse des quatre profils d'EPCI que l'intérêt pour les navettes automatisées est davantage motivé par les besoins en transports publics que les connaissances sur le sujet et les ressources de l'intercommunalité (voir focus 4). Ce résultat confirme une nouvelle fois la corrélation positive établie précédemment entre ces deux dimensions de l'indice de préparation.

L'intérêt le plus important est exprimé par les profils « novices » (10,4) et « contraints » (9,5), alors qu'ils disent n'avoir que très peu de connaissances sur la mobilité routière automatisée. Ces deux profils sont composés en majorité de communautés de communes rurales et périurbaines qui déclarent de forts besoins pour renforcer l'offre de transport en commun sur leur territoire (15,1 pour les « novices » et 14,2 pour les « contraints »).

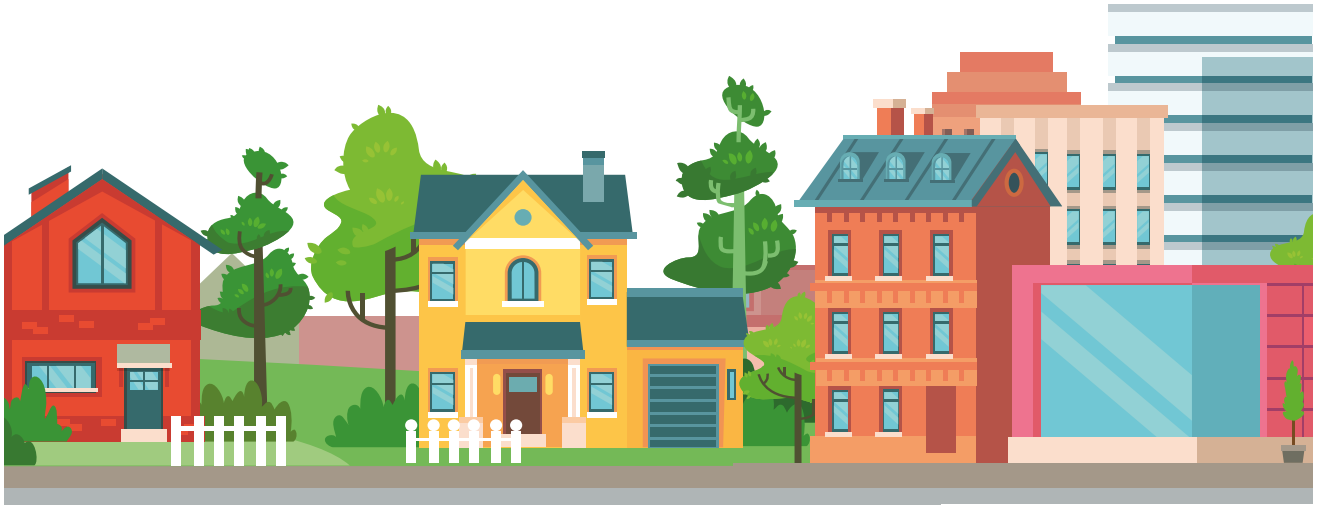
Bien que se disant aussi très peu informés sur la mobilité automatisée, les EPCI « indifférents » se démarquent quant à eux par un très faible intérêt pour les navettes sans conducteur (4,1), lié à des besoins en transport public (10,4) moins importants. Cette indifférence se manifeste par la proportion importante d'entre eux pensant que les navettes ou les bus automatisés ne seraient utiles dans aucun cas (12 sur 21 réponses) et qu'ils n'amélioreraient la mobilité d'aucun public (10 sur 19 réponses). Les « indifférents » se projettent aussi le moins dans le déploiement d'un transport automatisé d'ici cinq ans, puisqu'1 seul parmi les 10 ayant l'intention de le faire relève de ce profil.

Pour leur part, les « impliqués » expriment un intérêt relativement limité (9,1) pour déployer des navettes automatisées, alors même qu'ils disposent des plus hauts niveaux de ressources (14,8) et d'infrastructures (11,8) déclarés à l'enquête. Le fait que ce profil soit composé des grands EPCI urbains (métropoles, communautés urbaines et d'agglomération) disposant d'une offre déjà fournie de transports publics (bus, tramways, etc.) peut expliquer cet intérêt relatif.

Une autre hypothèse d'explication possible tient dans la déception que ces territoires pourraient avoir ressentie après avoir testé une navette automatisée. En effet, sur les 11 intercommunalités de l'échantillon qui disent avoir déjà accueilli une expérimentation, 9 font partie des « impliqués ». Or, seulement un EPCI parmi eux, la Communauté d'agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines, a déclaré son intention de déployer des navettes automatisées d'ici cinq ans.

Scores moyens aux cinq dimensions de l'indice par profil

Dimensions (sur 20 points)	**Indifférents** (29 EPCI)	**Novices** (43 EPCI)	**Contraints** (75 EPCI)	**Impliqués** (35 EPCI)
Besoins de transports public	10,4	15,1	14,2	12,5
Connaissances & informations sur le véhicule automatisé	3,2	2,8	4,1	10,2
Intérêts pour les navettes automatisées	4,1	10,4	9,5	9,1
Ressources humaines et financières l'intercommunalité	13,3	12,2	6,3	14,6
Infrastructures physiques et numériques	6,0	7,0	7,2	11,8
Indice de Préparation (sur 100 points)	**36,9**	**47,5**	**41,1**	**58,2**



FOCUS 4 SUR LES RÉPONSES AUTOUR DE L'INTÉRÊT POUR LES NAVETTES AUTOMATISÉES SELON LES PROFILS D'EPCI

Les graphiques ci-contre illustrent les réponses des profils EPCI à différents items relatifs à la dimension « intérêt pour les navettes automatisées », à savoir : les cas d'usage à privilégier, les personnes dont la mobilité serait améliorée grâce à ces dernières, et les impacts positifs pour le territoire. Ces trois items faisaient l'objet dans le questionnaire d'une question à choix multiples. Pour chacun, les trois réponses les plus citées par les participants à l'enquête ont été sélectionnées et analysées en détail.

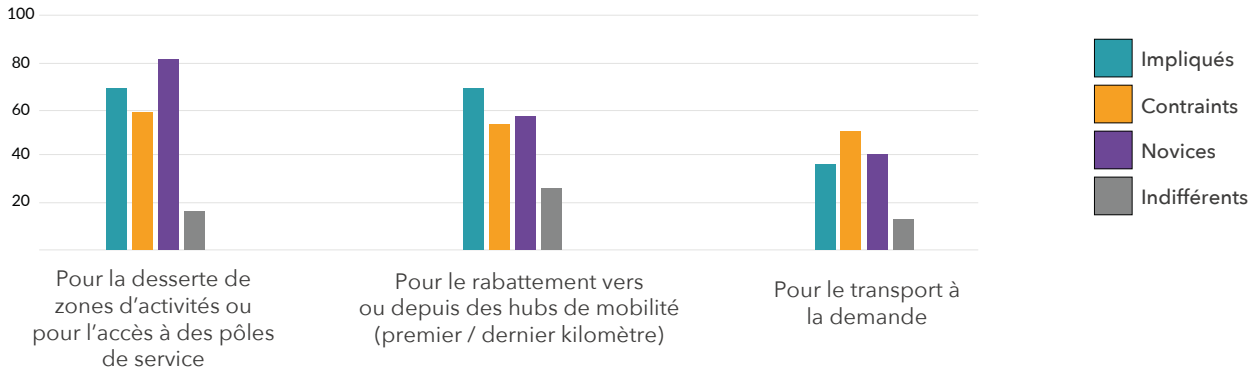
Ces trois graphiques permettent dans un premier temps d'illustrer le très faible intérêt pour les navettes automatisées des « indifférents », puisqu'ils expriment à chaque fois les scores les plus bas sur l'ensemble des réponses possibles à ces items. Les trois autres profils présentent quant à eux des scores assez proches, mais on observe toutefois quelques différences.

On note d'abord que 81 % des EPCI « novices » estiment que le déploiement de navettes automatisées serait pertinent pour la desserte de zones d'activités (contre 66 % des « impliqués » et 59 % des « contraints »). Pour ce même item, le transport à la demande est jugé moins pertinent par les profils « impliqués » (37 %) et « novices » (40 %), comparés aux « contraints » (53 %).

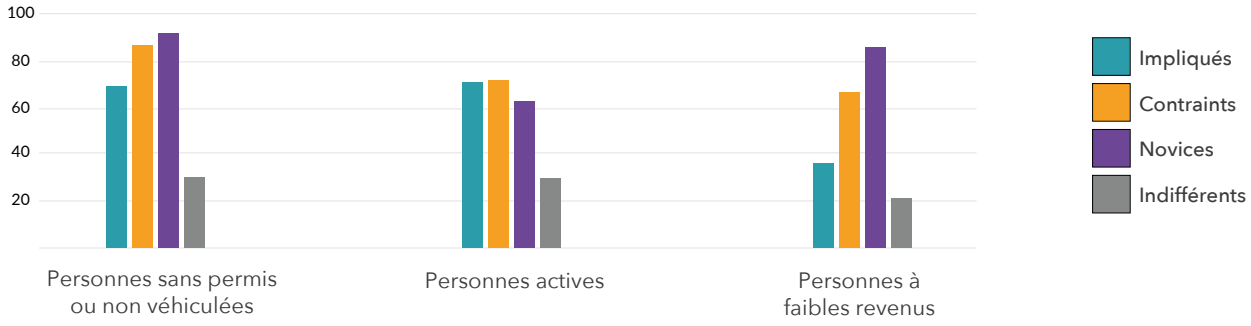
Des disparités apparaissent ensuite sur la perception de l'apport des véhicules automatisés pour améliorer la mobilité des personnes à faibles revenus. Alors que les EPCI « novices » sont largement convaincus (84 %), les « contraints » le sont également, mais à un degré moindre (65%), et les « impliqués » beaucoup plus sceptiques sur ce sujet (37 %).

Enfin, la réduction de l'usage de la voiture individuelle est l'impact positif le plus mentionné par les EPCI ayant participé à l'enquête, en particulier parmi les EPCI « novices » (95 %). Les profils « contraints » (76 %) et « impliqués » (71 %) sont également convaincus en majorité sur ce point. Les divergences sont plus nettes concernant l'augmentation de l'attractivité du territoire, considérée comme un bénéfice principalement par les EPCI ruraux et périurbains composant les « contraints » (60 %) et les « novices » (58 %), contrairement aux EPCI urbains « impliqués » (46 %).

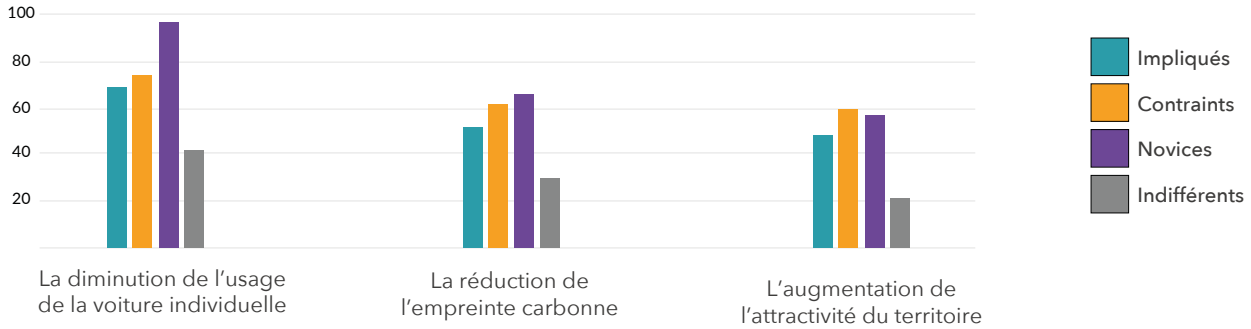
Principaux cas d'usage pour lesquels le déploiement de navettes ou de bus automatisés apparait comme pertinent, selon les différents profils



Type de personnes dont le déploiement de navettes ou de bus automatisés améliorerait la mobilité, selon les différents profils



Principaux aspects sur lesquels le déploiement de navettes ou de bus automatisés aurait un impact positif, selon les différents profils



Pistes d'actions par profil pour accompagner les EPCI

Une fois les 4 profils d'EPCI identifiés, il devient possible de proposer diverses pistes d'actions adaptées à chacun pour les accompagner vers le déploiement de navettes et de bus automatisés.

- Les « indifférents » : convaincre les EPCI concernés, notamment urbains, des avantages réels des navettes automatisées et des bénéfices à long terme de leur déploiement.

Cela peut passer par l'organisation de visites de terrain ou de démonstrations pour que les élus et les agents publics locaux se familiarisent avec la technologie, par la communication sur les économies potentielles réalisées grâce à l'automatisation des transports publics, ou encore par la proposition d'aides financières et de partenariats pour soutenir des projets pilotes. Ces actions apporteraient aux EPCI « indifférents » des preuves concrètes et des moyens d'engager efficacement la transition vers la mobilité automatisée.

- Les « novices » : initier les EPCI à la mobilité routière automatisée en les sensibilisant et en renforçant leurs connaissances sur le sujet pour faciliter une adoption éclairée.

Parmi les moyens envisageables, on peut citer l'organisation de sessions d'information et de formation (ateliers, séminaires, conférences, etc.), la fourniture de supports clairs et adaptés (guides, fiches techniques, études de cas, etc.), l'accès à des démonstrations ou le partage de retours d'expérience d'EPCI similaires ayant testé une navette automatisée. Ces actions, similaires avec les piliers de l'accompagnement des territoires mis en place par l'équipe de la stratégie nationale et de l'écosystème France Véhicules Autonomes, permettraient aux « novices » de se familiariser progressivement avec les véhicules automatisés partagés et collectifs à travers une première phase de découverte et d'évaluation de ces derniers.

- Les « contraints » : informer et aider matériellement les EPCI ruraux et périurbains en fournissant un soutien en termes de compétences techniques et de financement.

Concernant les mesures de soutien à apporter aux communautés de communes rurales et périurbaines de ce profil, il peut être envisagé notamment de : favoriser l'accès des territoires à faibles ressources à des subventions spécifiques pour pouvoir expérimenter ; encourager leur collaboration avec des entreprises pour réduire les coûts et renforcer l'expertise locale ; former des élus et des agents locaux à gérer de façon autonome des services de mobilité automatisés ; ou encore, réaliser des études d'impact économique et social sur les bénéfices attendus de ces derniers pour le développement local et l'attractivité du territoire. Ces actions offriraient aux EPCI « contraints » des solutions concrètes et adaptées pour franchir les obstacles financiers et opérationnels liés au déploiement de navettes et de bus automatisés.

- Les « impliqués » : valoriser les avantages des navettes et des bus automatisés pour les grands EPCI urbains déjà engagés dans le domaine.

Parmi les pistes pour convaincre ces intercommunalités de l'utilité de l'automatisation qu'ils ont parfois testée, il serait pertinent de : leur fournir des exemples de cas d'usage ayant fait leurs preuves, en France et en Europe, pour répondre aux besoins de résidents ; les aider à établir une feuille de route en phase avec les priorités des élus et adaptée aux capacités locales ; mettre en avant les impacts positifs potentiels des véhicules automatisés collectifs et partagés, comme la réduction de la congestion routière et des émissions de CO_2, ainsi que l'amélioration des coûts d'exploitation et de l'accessibilité des transports publics. Ces actions montreraient aux EPCI « impliqués » comment tirer parti au mieux de navettes et de bus automatisés, avec des exemples concrets et un plan de déploiement progressif adapté aux besoins de mobilité de leurs habitants.

De manière générale, le travail réalisé par la Communauté sur la préparation des territoires à la mobilité routière automatisée permet de proposer un accompagnement structuré et complet, tenant compte des spécificités et des besoins variés des intercommunalités françaises, en vue de favoriser une adoption réussie de navettes et des bus sans conducteur. Cet accompagnement repose sur les trois grandes étapes suivantes :

1. ÉVALUATION ET ACCÈS AUX RESSOURCES

- Participation à l'indice de préparation : inciter chaque EPCI à répondre au questionnaire de l'indice afin d'avoir une évaluation claire de son niveau de préparation permettant de définir des priorités et un éventuel plan d'action.
- Renforcement du centre de ressources partagées : renforcer la visibilité et promouvoir l'accès au centre de ressources partagées, accessible sur le site du ministère des Transports, qui est riche en informations pour permettre aux intercommunalités d'obtenir des connaissances essentielles sur la mobilité routière automatisée et connectée.
- Création d'outils pédagogiques : mettre à disposition des guides spécifiques (cas d'usage des systèmes de transport public automatisés, démonstration de sécurité, etc.) pour aider les EPCI à évaluer et à planifier la mise en œuvre de services de mobilité automatisés adaptés à leurs besoins.

2. SENSIBILISATION ET FORMATION

- Ateliers de démonstration immersifs : organiser des sessions de démonstration sur site pour familiariser élus, agents et habitants aux navettes automatisées, afin de développer ainsi la confiance et l'engagement dans ces nouvelles solutions de transport.
- Formation juridique et stratégique : offrir des formations ciblées sur le cadre légal et la stratégie nationale aux élus et agents publics locaux volontaires pour que les EPCI intègrent pleinement la réglementation existante et anticipent les implications du déploiement.
- Guides pratiques et études de cas : fournir des exemples concrets de déploiements réussis pour inspirer et encourager les EPCI hésitants, en les guidant vers des pratiques éprouvées.

3. COLLABORATION ET FINANCEMENT

- Mise en réseau et partage d'expériences entre EPCI : faciliter des rencontres périodiques pour permettre aux EPCI intéressés d'échanger leurs interrogations et leurs savoir-faire, de mutualiser leurs ressources et de construire des solutions adaptées ensemble.
- Partenariats avec des opérateurs privés et des institutions financières : nouer des collaborations avec des opérateurs de mobilité pour appréhender les enjeux opérationnels de l'exploitation de navettes automatisées et avec des acteurs comme la Caisse des Dépôts et la Banque des Territoires pour développer des options de financement (leasing, abonnements) adaptées à leurs moyens limités.


MACIF
VÉHICULE AUTOMATISÉ
COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT
MOVIN'ON
nks to personalized recommendation for the territories.
MACIF


MACIF
VÉHICULE AUTOMATISÉ
COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT
MOVIN'ON
TER
TGV INOUI, OUIGO ET INTERCITÉS

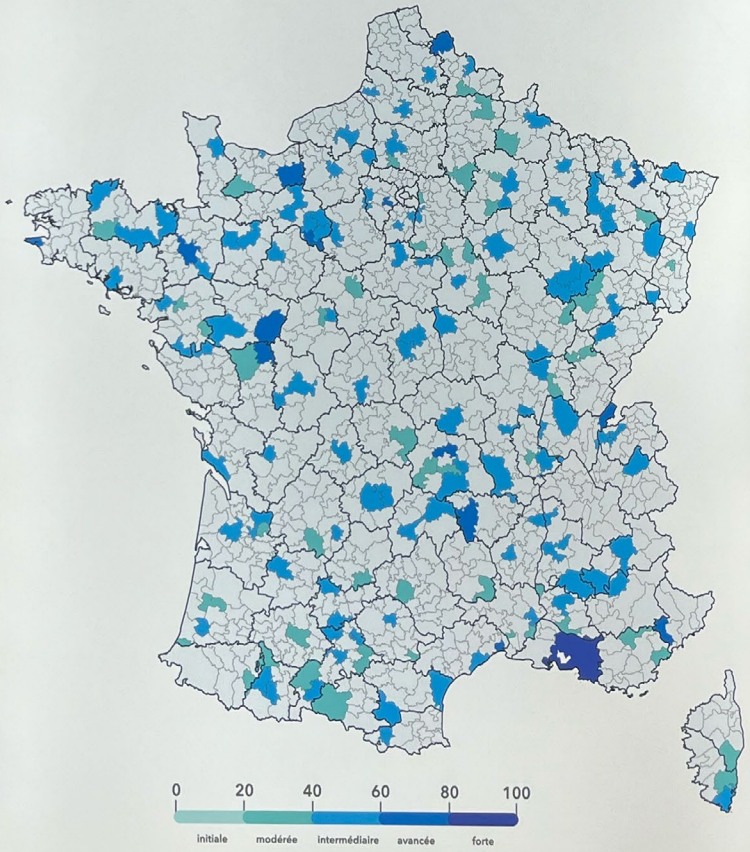
Panorama de la préparation des territoires à la mobilité routière automatisée

182 intercommunalités analysées

91 départements représentés sur les 96 de France métropolitaine

14,6 millions d'habitants concernés

Indice de préparation moyen de **45 sur 100**



LES POINTS À RETENIR :

1. L'indice de préparation permet d'évaluer la capacité des intercommunalités françaises à déployer des navettes et des bus automatisés. Il cible les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre (communautés de communes, communautés d'agglomération, communautés urbaines et métropoles). Depuis l'adoption de la loi d'orientation des mobilités, les EPCI incarnent en effet l'échelon de proximité pour développer des services de transport dans les territoires adaptés aux besoins de mobilité des habitants.

2. L'indice évalue la préparation des EPCI à la mobilité automatisée à partir de cinq dimensions : les besoins en transports publics, les connaissances sur les véhicules automatisés, l'intérêt pour les navettes automatisées, les ressources de l'intercommunalité, et ses infrastructures physiques et numériques. L'indice est construit sur un score de 100 points, les cinq dimensions étant évaluées sur 20 points chacune. En fonction de ce score global, les territoires sont répartis en cinq niveaux de préparation (initiale, modérée, intermédiaire, avancée, forte).

3. Après une première passation en 2023 auprès d'un panel limité, l'objectif de la Communauté en 2024 était de réaliser un panorama global de la préparation des territoires en France à la mobilité routière automatisée. Ce panorama est basé sur les réponses d'un échantillon représentatif de 182 EPCI issus de 91 départements de France métropolitaine et représentant 14,6 millions d'habitants. L'indice moyen de préparation des intercommunalités analysées est de 45 sur 100, soit un niveau de préparation intermédiaire.

4. Ce résultat met en lumière la présence de conditions favorables au déploiement de véhicules automatisés dans de nombreux territoires de l'Hexagone. Néanmoins, les intercommunalités sont dans l'ensemble très peu informées, notamment sur le cadre légal et la stratégie nationale. Elles expriment surtout des besoins importants de transports publics qui sont corrélés positivement à leur intérêt pour les navettes automatisées.

5. Les résultats du panorama se révèlent également plus nuancés au niveau des différents types d'EPCI et de territoire. On constate que les EPCI urbains sont plus préparés à déployer des navettes automatisées que ceux ruraux et périurbains. Les métropoles se distinguent en particulier par leurs connaissances sur les véhicules automatisés, leurs ressources consacrées à la mobilité, et leurs infrastructures, contrairement aux communautés de communes très peu dotées en la matière.

6. Une méthode de regroupement hiérarchique a par ailleurs été utilisée pour déterminer quatre grands profils d'EPCI en fonction de leurs scores aux dimensions de l'indice. Ils ont été dénommés selon leurs caractéristiques : les « indifférents », les « novices », les « contraints » et les « impliqués ». L'analyse des profils montre que plus de 4 EPCI sur 5 (84 %) se déclarent intéressés par le déploiement de navettes automatisées.

7. Cet intérêt est toutefois plus lié aux besoins en transports publics exprimés qu'aux connaissances sur la mobilité automatisée et aux ressources de l'intercommunalité. Ce constat permet de proposer des pistes d'actions adaptées à chaque profil pour accompagner aux mieux les EPCI à se préparer à la mise en place de véhicules automatisés partagés sur leur territoire.

CHAPITRE 3

LE MODÈLE ÉCONOMIQUE ET LES EXTERNALITÉS SOCIO-ENVIRONNEMENTALES D'UN SERVICE DE MOBILITÉ AUTOMATISÉE PARTAGÉE

Ce troisième chapitre se concentre sur les enjeux économiques, sociaux et écologiques de la mobilité routière automatisée. Le déploiement de services de transport automatisé de voyageurs dans les territoires ne pourra en effet advenir et passer à l'échelle qu'à la condition de démontrer leur valeur ajoutée par rapport aux transports conventionnels, que ce soit sur le plan économique, mais également sur celui de leurs impacts pour l'environnement et la société.

La première partie rappelle la crise de financement des transports publics en France et étudie les perspectives économiques ouvertes par l'automatisation. La deuxième partie explore pour sa part la question centrale des externalités sociales et environnementales de mobilité automatisée partagée et propose un nouveau canevas de modèle d'affaires durable pour un opérateur de navettes et de bus sans conducteur.

La troisième et dernière partie revient sur les impacts économiques, sociaux et environnementaux des véhicules automatisés partagés. Elle se concentre en particulier sur les évaluations socio-économiques et du consentement à payer réalisées dans le cadre du projet SAM et présentées en atelier. Les résultats mettent en exergue que le déploiement de navettes et de bus automatisés est préférable à celui de robots-taxis pour réduire les externalités négatives de la conduite automatisée.

p. 138
PARTIE 1
CRISE DE FINANCEMENT DES TRANSPORTS PUBLICS ET PERSPECTIVES ÉCONOMIQUES DE L'AUTOMATISATION

p. 156
PARTIE 2
LES EXTERNALITÉS SOCIO-ENVIRONNEMENTALES DE LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE PARTAGÉE

p. 172
PARTIE 3
L'ÉVALUATION DES IMPACTS ÉCONOMIQUES, SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX DES VÉHICULES AUTOMATISÉS PARTAGÉS

CRISE DE FINANCEMENT DES TRANSPORTS PUBLICS ET PERSPECTIVES ÉCONOMIQUES DE L'AUTOMATISATION

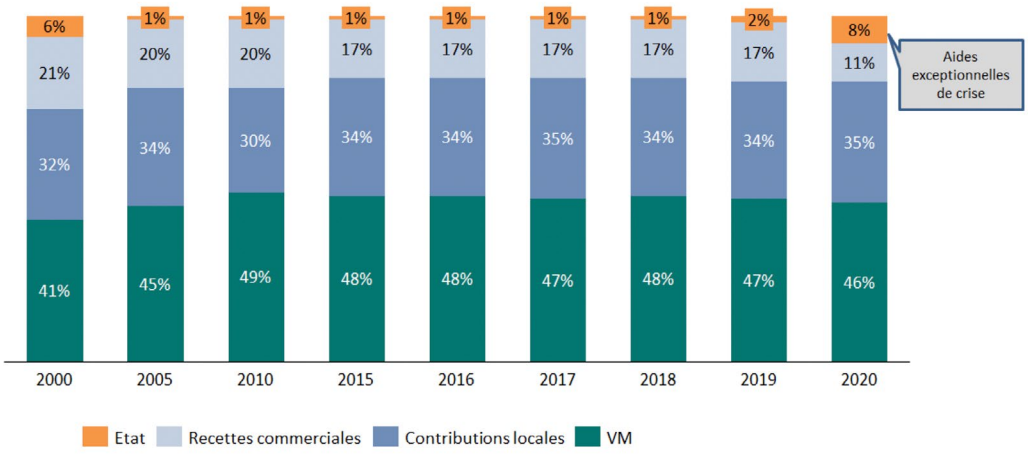
Le modèle économique des autorités organisatrices de la mobilité (AOM) se trouve dans l'impasse face à l'explosion des coûts des transports publics ces dernières années. Leur financement repose essentiellement sur le versement mobilité qui est inadapté aux AOM rurales. Par ailleurs, il ne suffit pas à répondre au mur de dépenses à venir d'ici 2030 pour investir et faire fonctionner des transports du quotidien.

Dans ce contexte, la question se pose de savoir quel peut être le modèle économique des services de transport automatisé de voyageurs. Si l'automatisation présente des opportunités pour le transport public, l'enjeu central est de définir un modèle économique viable pour les collectivités. Des analyses exploratoires mettent en lumière la pertinence économique des services automatisés, comparés aux services conventionnels, mais sous certaines conditions (maturité technologique, nombre d'intervenants à distance et sur le terrain, mutualisation des ressources, etc.).

L'impasse du modèle économique des autorités organisatrices de la mobilité

Le financement des transports publics repose en France sur trois sources que sont le versement mobilité, les recettes commerciales, et les subventions des collectivités locales. Ces financements apparaissent néanmoins fragiles et inadaptés aux enjeux de mobilité, notamment en zone rurale. Par ailleurs, les transports collectifs font face à une explosion de leurs dépenses depuis la crise du covid qui va encore s'accentuer d'ici la fin de la décennie.

Répartition des ressources des AOM locales[1] (2000-2020)



Source : Maurey Sautarel, Stéphane, 04/07/2023, Rapport d'information au nom de la commission des finances sur les modes de financement des autorités organisatrices de la mobilité (AOM), Sénat, p. 71.

Trois sources de financement des transports publics

Les transports publics de personnes sont orchestrés par les autorités organisatrices de la mobilité (AOM) sur leur ressort territorial. Depuis le vote de la loi d'orientation des mobilités (LOM) en décembre 2019, les AOM peuvent être les regroupements de communes (établissements publics de coopération intercommunale, syndicats mixtes) et les régions. Ces dernières sont également AOM locales de substitution si une communauté de communes n'a pas pris la compétence mobilité.

Alice Bosler, chargée de mission économie et financement des transports à l'Union pour les Transports Publics et ferroviaires (UTP), est revenue[1] pour la Communauté sur les enjeux économiques des transports collectifs. Leur financement repose sur trois sources que sont :

- le versement mobilité (VM),
- les recettes tarifaires,
- les contributions des collectivités locales et de l'État.

Le versement mobilité, ex-versement transport, est la principale ressource de financement du transport public, puisqu'il représente près de la moitié du budget des AOM locales (hors Île-de-France Mobilités). Il s'agit d'un impôt local prélevé sur la masse salariale des entreprises publiques et privées d'au moins 11 salariés situées sur le territoire de l'autorité organisatrice.

Le taux du versement mobilité est plafonné et varie en fonction de plusieurs critères, dont la population desservie et la présence de transports en commun en site propre. Le taux varie de 0,5 % à 2 % en province, avec un bonus de 0,20 % pour les AOM touristiques. Il est compris entre 1,6 % et 2,95 % en Île-de-France et a récemment été fixé à 3,20 % à Paris et en première couronne afin d'assurer un financement plus pérenne du réseau francilien.

Par ailleurs, les syndicats mixtes de type SRU[2] peuvent prélever un versement mobilité additionnel (VMA)[3]. Il concerne les entreprises qui ne sont pas situées sur le territoire d'une AOM, mais appartiennent à une aire urbaine d'au moins 50 000 habitants et dans les communes multipolarisées des grandes aires urbaines[4]. Le taux du VMA est plafonné à 0,5 %.

Les recettes tarifaires proviennent quant à elles de l'achat de titres et d'abonnements par les usagers, dont la contribution au financement des réseaux de transport public est limitée. Elle s'élevait en 2019 à « 1,5 milliard €, soit 17 % des recettes totales des AOM hors emprunt »[5]. Ces recettes varient fortement selon les AOM, atteignant jusqu'à 40 % à Lyon et en Île-de-France. Elles oscillent entre 10 et 20 % dans les petits réseaux ruraux, où les périmètres de transport collectif sont plus vastes, mais avec une densité de population plus faible.

Alice Bosler a rappelé que les recettes du transport collectif sont également influencées par les politiques sociales. La majorité des voyages se font aujourd'hui à tarifs réduits ou gratuits (jeunes, scolaires, étudiants, personnes âgées, demandeurs d'emploi, etc.). Il faut distinguer la gratuité partielle, comme à Clermont-Ferrand où les trajets sont gratuits le week-end, de la gratuité totale qui élimine complètement la contribution directe des usagers.

La troisième source de financement des transports publics provient des contributions budgétaires des collectivités territoriales. Elles peuvent octroyer aux AOM des subventions d'équilibre et d'exploitation pour compenser les dépenses de fonctionnement non couvertes par les recettes tirées de la vente de titres aux usagers. Les subventions des collectivités locales s'élevaient à 34 % du budget des AOM locales en 2019.

---

[1] Atelier 28, 10/07/2024.

[2] Les syndicats mixtes SRU sont composés d'AOM locales et/ou régionales. Le département peut être membre de ce syndicat au titre de sa compétence voirie.

[3] Voir l'article 112 de la loi n°2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbains.

[4] Voir l'article 13 de la loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités.

[5] MAUREY, Hervé, SAUTAREL, Stéphane, 04/07/2023, Rapport d'information au nom de la commission des finances sur les modes de financement des autorités organisatrices de la mobilité (AOM), Sénat, p. 64.

Des financements fragiles et inadaptés aux AOM rurales

Les transports collectifs urbains (TCU) connaissent un déficit continu alimenté au fil du temps par une hausse constante des coûts d'exploitation et une baisse des recettes tarifaires perçues par les opérateurs de mobilité.

Cette croissance des charges des transports s'explique d'abord par l'extension des réseaux. À mesure que la taille des périmètres de transport urbain augmente, les coûts liés à l'exploitation des réseaux augmentent également. Par exemple, la longueur des lignes de TCU (bus, tramways, métros, RER) a augmenté de 11,7 % entre 2012 et 2017[6]. En outre, le coût d'exploitation au kilomètre varie du simple ou double selon que les transports collectifs sont ou non en site propre, comme les tramways et les métros[7].

Dans le même temps, les recettes commerciales ont évolué de façon lente et mesurée. Elles sont passées en province entre 2000 et 2015 de 0,8 à 1,3 milliard €[8]. La couverture des coûts d'exploitation grâce à la participation des usagers a ainsi baissé. Elle a été divisée par deux en quinze ans dans les ressorts territoriaux de 50 000 à 100 000 habitants et dans ceux de plus de 100 000 habitants sans métro ou tramway, pour s'établir en 2015 à 11 % et 12 % du coût total.

Cette part très limitée des recettes tarifaires dans le financement des transports publics est une particularité française. En effet, la contribution des usagers est conséquente dans beaucoup de pays européens, représentant « 60 % en Espagne et en Suisse, 50 % aux Pays-Bas, entre 40 % et 50 % en Allemagne, un peu plus de 30 % en Belgique et en Italie[9]» . Par ailleurs, la politique tarifaire varie fortement d'une AOM à l'autre, puisqu'elle relève de la libre administration des collectivités territoriales.

Certaines AOM ont ainsi fait le choix d'instaurer une gratuité des transports collectifs qui peut être totale ou variable selon les réseaux, les jours ou les publics. Selon un rapport d'information du Sénat de 2023, une hausse de la contribution des usagers n'est pas souhaitable, étant donné l'inflation actuelle et l'importance d'encourager le report modal de la voiture vers les transports en commun pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre.

Alice Bosler a cependant mis en garde contre un déséquilibre des sources de financement, en particulier si le versement mobilité venait à augmenter de manière disproportionnée au détriment de la contribution des usagers. Elle a notamment pointé la nécessité de repenser la tarification sociale sans la remettre en cause, par exemple en envisageant une tarification basée sur le quotient familial. Cette mesure, soutenue par l'UTP, permettrait à chaque usager de contribuer au financement des transports en fonction de ses moyens.

La fraude est aussi un problème coûteux pour les AOM, évalué à environ 7 millions € de recettes en moins par an. L'UTP travaille ainsi sur un dispositif appelé Stop Fraude, visant à optimiser l'encaissement des amendes pour absence de titre de transport. En effet, de nombreux fraudeurs fournissent de fausses informations, entraînant des pertes financières pour les transports collectifs.

Plusieurs difficultés se posent en outre quant à l'utilisation principale du versement mobilité pour financer les réseaux de transports publics. D'abord, près des deux tiers des AOM qui prélèvent le versement mobilité (171 sur 262 en 2023) se heurtent au plafond fixé par la loi. De plus, un tiers parmi elles (73) appliquent déjà les majorations auxquelles elles sont éligibles, notamment pour le financement d'infrastructures lourdes de transports collectifs en site propre (TCSP).

Ensuite, la possibilité de prélever le versement mobilité est soumise à certaines conditions. D'une part, les régions agissant en tant qu'AOM régionale ou AOM locale de substitution n'ont pas la possibilité de recourir au versement mobilité. D'autre part, les AOM locales ne peuvent toucher le versement mobilité selon la loi qu'à la seule condition d'organiser un service régulier de transport de personnes sur leur territoire.

---

[6] Commissariat général au développement durable, mars 2020, Chiffres clés du transport, édition 2020, p. 6.

[7] GUELTON, Sonia, POINSOT, Philippe, 2020, « Mobilités urbaines : quels modèles de financement », L'Économie politique, n°85, p. 40.

[8] Commissariat général au développement durable, septembre 2018, Transport collectif urbain : malgré la croissance des coûts d'exploitation, la participation financière des usagers diminue, p. 3.

[9] MAUREY, Hervé, SAUTAREL, Stéphane, 2023, rap. cit., p. 66.

Enfin, la structure du versement mobilité est inadaptée aux AOM rurales. Même si un tel service est organisé, il n'est pas toujours possible pour ces dernières de prélever le versement mobilité faute de la présence d'entreprises d'au moins onze salariés[10]. Cette possibilité n'est pas non plus forcément souhaitable, car le versement mobilité peut dissuader l'implantation d'entreprises. De nombreux élus locaux craignent en effet de pénaliser l'attractivité économique de leur territoire en taxant les entreprises avec le versement mobilité.

Toutes ces raisons expliquent pourquoi les collectivités locales subventionnent directement via leur budget propre les systèmes de transport en commun. Dans les territoires les moins denses, ce sont surtout les contributions publiques qui ont permis de compenser la baisse des recettes commerciales[11]. Cependant, les collectivités locales connaissent ces dernières années de très fortes pressions sur leur budget qui limitent leur capacité de financement des transports.

Plus largement, les AOM rurales manquent à la fois de ressources financières et d'ingénierie, car elles n'ont pas la capacité d'embaucher des équipes spécialisées pour élaborer des plans de mobilité. Les financements, souvent obtenus grâce à des appels à projets de 2 à 3 ans, sont non pérennes et rendent difficile la planification à long terme. Les collectivités rurales disposent également de ressources globales plus faibles, ce qui complique davantage le financement de services de transport public.



[10] DEVAUX, Sonia, CHAMARD-TEIRLINCK, Daphné, MERCKAERT, Jean, avril 2024, Territoires ruraux : en panne de mobilité, Secours catholique, p. 13.

[11] Commissariat général au développement durable, 2018, rap. cit., p. 4.



L'explosion des dépenses des transports collectifs

La situation financière des transports collectifs urbains s'est aggravée ces dernières années avec la crise liée au covid-19. Elle a en effet contraint des millions de travailleurs à rester chez eux malgré le maintien en fonctionnement de certains transports en commun. La fréquentation a chuté en 2020 à environ 10 % du trafic normal lors du premier confinement, et à 50 % lors du second confinement. Les pertes totales pour les transports se sont élevées à près de 2,5 milliards € (2 milliards de recettes tarifaires et 0,5 milliard de VM)[12].

Les conséquences de la crise sanitaire continuent de se faire sentir, étant donné le développement de nouvelles pratiques comme le télétravail qui jouent sur la fréquentation des wtransports en commun. Les acteurs du secteur prévoient ainsi une « baisse structurelle de fréquentation de 10 % par rapport au niveau d'avant crise »[13]. Au covid-19 s'est ajoutée ces deux dernières années l'augmentation très forte de l'inflation, autour de 5 %, liée à la guerre en Ukraine. Ces charges nouvelles, notamment en matière d'énergie, ont pesé très fortement à la fois sur les entreprises, et donc sur les salaires qui constituent l'assiette du versement mobilité, et sur les collectivités locales. Ces dernières se voient contraintes d'augmenter leurs contributions dans les transports, alors même que leurs budgets sont déjà très fortement sollicités pour financer tous les services publics locaux.

Afin d'aider les AOM à faire face à cette explosion des coûts, l'État est intervenu de deux manières. D'une part, il a octroyé en 2020 et 2021 des subventions en réponse à la crise sanitaire à hauteur de 80 millions € pour les AOM locales et 425 millions € pour Île-de-France Mobilités (IDFM). De nouvelles subventions ont été votées en 2023 pour répondre à l'inflation de 100 millions € pour les AOM locales et régionales et 200 millions pour Île-de-France Mobilités[14].

D'autre part, l'État a proposé en 2020 aux AOM des avances remboursables à taux zéro pour couvrir les pertes de recettes commerciales et de versement mobilité. 86 AOM locales en ont bénéficié pour un montant global de 650 millions €, tandis qu'IDFM a reçu une avance de 2 milliards €. Néanmoins, ces avances renforcent un peu plus l'endettement des autorités et pénalisent aussi fortement leurs capacités d'investissement pour faire face aux défis à venir.

Au-delà des crises conjoncturelles, les autorités organisatrices de la mobilité, IDFM incluse, se trouvent confrontées à un « mur de plus de 100 milliards € de dépenses »[15] d'ici 2030, selon la mission d'information du Sénat. Il s'explique par plusieurs défis à relever qui ont en commun de viser un « choc d'offre » des transports publics du quotidien s'élevant à 60 milliards €[16] pour les AOM locales et régionales, et 50 milliards € pour Île-de-France Mobilités.

Il est en effet nécessaire d'augmenter de 20 à 25 % l'offre de transports collectifs pour accélérer la transition écologique et atteindre les objectifs de réduction des gaz à effet de serre. Le report modal

[12] QUINET, Émile, 23/03/2021, « Avis de gros temps sur les transports collectifs urbains », Futuribles, n°252, p. 7.

[13] MAUREY, Hervé, SAUTAREL, Stéphane, 2023, rap. cit., p. 67.

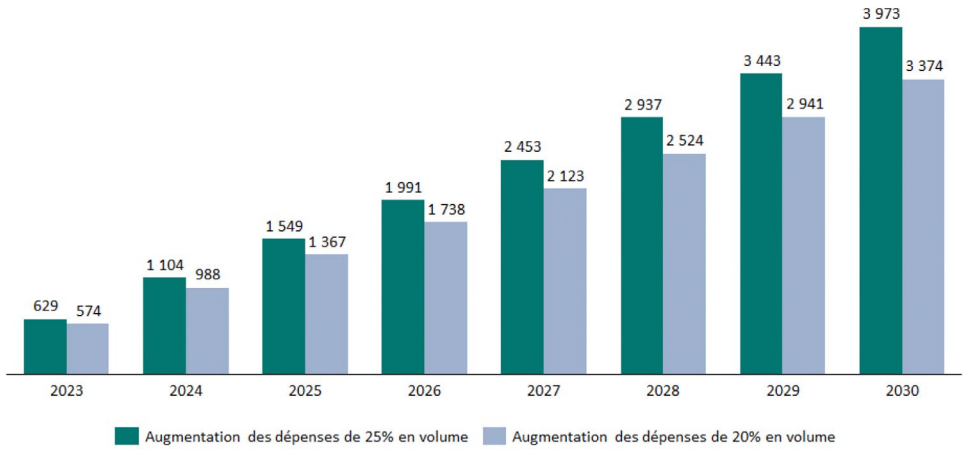
[14] Commission des finances, 04/07/2023, « L'Essentiel sur la mission d'information sur le financement des autorités organisatrices de la mobilité », Sénat, https://urlr.me/pnLRq.

[15] MAUREY, Hervé, SAUTAREL, Stéphane, 2023, rap. cit., p. 29.

[16] Ibid., p. 41.

Augmentation prévisionnelle des dépenses de fonctionnement des AOM locales (2023-2030)

(en millions d'euros)



Source : MAUREY, Hervé, SAUTAREL, Stéphane, 04/07/2023, Rapport d'information au nom de la commission des finances sur les modes de financement des autorités organisatrices de la mobilité (AOM), Sénat, p. 43.

de la voiture vers les transports collectifs doit cibler en particulier les déplacements entre les grandes agglomérations et leurs espaces périurbains et périphériques qui représentent 7 % des émissions totales de CO2 en France[17]. Il doit également permettre de renforcer l'équité territoriale en offrant enfin aux habitants des zones peu denses des transports publics du quotidien.

Ces dépenses auront également pour objectifs principaux de rénover les anciens réseaux (de tramway notamment), de développer de nouveaux transports collectifs en site propre, dont les Services Express Régionaux Métropolitains (SERM) représentant à eux seuls entre 15 et 20 milliards € d'investissement, et de renouveler le matériel roulant, en particulier pour verdir les flottes de bus et de cars[18].

L'accroissement de l'offre de transport en commun va ainsi se traduire de manière proportionnelle par une très forte augmentation des coûts de fonctionnement des réseaux. Elle est estimée entre 15,6 et 18,1 milliards € d'ici 2030 pour les AOM locales, et plus de 10 milliards € pour les AOM régionales chargées de l'exploitation des TER, des transports interurbains et scolaires.

Selon le Groupement des autorités responsables de tranport (GART), les besoins de financement, investissement et fonctionnement compris, pour les AOM urbaines hors Île-de-France est estimé à 28 milliards € entre 2023 et 2030, soit une moyenne de 3,5 milliards € par an[19]. Concernant Île-de-France Mobilités, les prévisions se chiffrent à 20 milliards de dépenses de fonctionnement et 30 milliards de dépenses d'investissement supplémentaires d'ici la fin de la décennie.



[17] Commission des finances, 04/07/2023, « L'Essentiel sur la mission d'information sur le financement des autorités organisatrices de la mobilité », Sénat, https://urlr.me/pnLRq.

[18] Idem.

[19] GART, 28/09/2023, « La mobilité de demain se finance aujourd'hui : L'État doit consolider le modèle économique des AOM », p. 1, https://urls.fr/LOFsg6.

DIX PROPOSITIONS POUR RENFORCER LE MODÈLE ÉCONOMIQUE DES AOM[20]

Face à l'explosion à venir des dépenses de transport, le GART a proposé 10 solutions pour renforcer le modèle économique des AOM et soutenir le développement des mobilités du quotidien. Présentées en septembre 2023, elles sont également soutenues par plusieurs associations d'élus locaux impliqués dans la mobilité, telles que Régions de France, France urbaine et Intercommunalités de France. Ces propositions, qui reprennent certaines des recommandations tirées de la mission d'information présidées par les sénateurs Hervé Maurey et Stéphane Sautarel, ciblent plusieurs limites des modes de financement actuels des AOM évoquées précédemment.



[20] Voir leurs modalités opérationnelles de mise en œuvre au https://urlr.me/7dphq.



© gart.org



Quel modèle économique pour les services de transport automatisés de voyageurs ?

L'automatisation présente plusieurs opportunités intéressantes en vue d'améliorer le transport public, à la fois pour l'optimisation des lignes de bus existantes et la création de nouveaux services. L'enjeu central est toutefois de définir un modèle économique viable pour les collectivités locales qui organisent les services de mobilité. Des analyses exploratoires montrent une réduction des coûts d'exploitation pour les services automatisés par rapport aux services conventionnels, mais à condition d'avoir un certain nombre de véhicules supervisés à distance.

Les opportunités de l'automatisation pour les transports publics

Véronique Berthault, en charge du programme de recherche « mobilité autonome » du Groupe RATP et pilote du comité Systèmes de Transport Public Automatisés (STPA) au sein du programme France Véhicules Autonomes, est intervenue[21] auprès de la Communauté sur le sujet du financement de l'automatisation des transports collectifs.

Elle a d'abord souligné que les véhicules automatisés et connectés offrent deux opportunités majeures pour le transport public : d'une part, ils permettent de répondre à des demandes de mobilité actuellement non satisfaites et, d'autre part, les connaissances acquises dans le développement de ces technologies contribuent à optimiser les services avec chauffeur.

L'automatisation de la conduite pourrait dans le détail permettre de répondre aux fortes difficultés de recrutement de conducteurs de bus, tout en diminuant le coût lié à ces derniers. Elle ouvre ainsi la perspective de création de nouveaux services, en particulier dans les zones périurbaines ou rurales dépourvues de transports en commun, pour couvrir les besoins de mobilité des habitants.

L'absence de service dans ces territoires s'explique par les coûts liés à la très faible demande et aux contraintes organisationnelles pour les opérateurs. Avec l'automatisation, ces derniers pourront déployer des services à la demande ou fixes pour desservir des zones non couvertes, pour relier les réseaux de transport lourds, ou bien encore pour répondre à des demandes spécifiques, par exemple de personnes à mobilité réduite.

Au-delà de nouveaux services de mobilité, l'automatisation peut servir à améliorer l'exploitation des lignes de transport public existantes. Elle permet de réduire certaines contraintes humaines, telles que la fatigue et les limites du temps de conduite, en rendant possible une utilisation étendue du service la nuit et 24h/24.

Elle peut également permettre une meilleure gestion des plannings et des dépôts de bus en optimisant le temps de travail des conducteurs. Leur service est en effet souvent limité aux heures de pointe, le matin et le soir, et ils attendent parfois

[21] Atelier 28, 10/07/2024.



plusieurs heures pendant le rechargement, le lavage et la maintenance des véhicules.

Par ailleurs, Véronique Berthault a précisé que l'automatisation pousse à reconsidérer l'ensemble des pratiques de supervision et d'exploitation des réseaux existants. L'infrastructure connectée utile aux véhicules automatisés, tels que les feux communicants et les caméras aux intersections, peut permettre de mieux réguler le trafic et d'améliorer la régularité des transports publics, engendrant des gains de productivité et de qualité de service (temps d'attente, de trajet, etc.).

Le déploiement des systèmes de transport public automatisés nécessite toutefois une planification afin d'atteindre une exploitation sans opérateur à bord, cruciale pour garantir la viabilité économique de ces nouveaux services. Le comité STPA, qui réunit les représentants de la filière du transport public, s'est concentré sur plusieurs familles de cas d'usage :

- la desserte fine des territoires, incluant la desserte de sites privés comme les grandes zones d'activités et les sites industriels, ainsi que la desserte du premier et du dernier kilomètre ;
- la desserte pôle à pôle, notamment en milieu rural et périurbain sur d'anciennes lignes ferroviaires reconverties et sur routes ouvertes ;
- l'automatisation de lignes de bus existantes pour améliorer les fréquences en heures creuses et optimiser le service.

Ce dernier cas implique de développer des véhicules différents des navettes utilisées pour la création de nouvelles offres. Actuellement, les travaux se concentrent sur des navettes et des bus automatisés de 8 mètres, dont la construction est en cours et qui seront financés par des appels à projets. Pour les bus de 12 mètres, une expérimentation de la RATP est en cours à Créteil sur la ligne 393 avec un modèle chinois, et les véhicules européens sont attendus autour de 2027-2029.

Le développement de l'automatisation dans le transport public dépend ainsi de l'évolution à venir de véhicules plus matures technologiquement et moins chers. En outre, il nécessite de valider les conditions d'une exploitation fiable, sécurisée et qualitative (supervision à distance, gestion des flottes, procédures de maintenance, etc.). Un autre enjeu décisif touche à la définition d'un modèle économique viable pour les collectivités qui organisent les services de mobilité dans les territoires.



Définir un modèle économique viable pour les collectivités

Le déploiement de la mobilité routière automatisée appelle à une réflexion poussée et opérationnelle sur les investissements initiaux, les coûts d'exploitation et les bénéfices potentiels par rapport aux services de transport conventionnels. Si les collectivités locales peuvent mobiliser leur budget d'investissement et parfois bénéficier d'une aide (européenne, nationale ou régionale) pour expérimenter un véhicule automatisé, le défi financier est bien plus complexe lorsqu'il s'agit d'organiser un service régulier de transport avec des dépenses de fonctionnement récurrentes.

L'exploitation d'un service de transport public automatisé peut être réalisée de différentes manières. L'AOM peut d'abord choisir de le gérer en prenant à sa charge l'intégralité des coûts, que ce soit sous forme de régie ou de société publique locale (SPL). Elle peut aussi concéder le service pour une durée limitée à un opérateur public ou privé, dans le cadre d'une délégation de service public (DSP) où le revenu est lié à l'exploitation. Une troisième option consiste pour l'AOM à passer un marché public avec un opérateur qu'elle va rémunérer intégralement.

Benjamin Beaudet, directeur général de l'opérateur beti, a pointé lors de l'atelier[22] sur ce thème l'évolution du financement des transports publics, avec une prise en charge croissante des investissements en capital (CAPEX) par les collectivités en milieu urbain.

> ***Les externalités positives de la mobilité automatisée sont difficiles à mesurer. L'enjeu réside dans le fait de savoir comment confronter une vision économique à une vision sociétale. On est dans un moment où on sait qu'il faut s'engager sans que ce soit rentable tout de suite.***
>
> *Hélène Thillier,*
> *Directrice générale de Cardif IARD,*
> *Conseil d'orientation 7, 7 février 2024*

Historiquement, les opérateurs couvraient à la fois les coûts d'investissement dans le matériel et ceux de fonctionnement du transport public. Désormais, certaines agglomérations et métropoles investissent davantage dans l'acquisition de matériel, qu'elles confient ensuite aux opérateurs pour la gestion et l'exploitation du service.

Cependant, cette tendance est beaucoup moins présente en milieu rural, où l'expérience en matière d'investissement est quasi inexistante, selon lui. Des défis se posent ainsi aux collectivités dans les territoires peu denses avec l'arrivée de la mobilité automatisée, qui nécessite des investissements supplémentaires. Les régions pourraient jouer un rôle dans l'acquisition de ces nouveaux véhicules et l'industrialisation des coûts en créant des partenariats avec des fournisseurs locaux de solutions.



[22] Atelier 28, 10/07/2024.

Les collectivités locales sont de plus en plus conscientes des économies d'échelle potentielles à réaliser à long terme sur leur budget transport grâce à la mobilité automatisée. La question se pose toutefois de connaître le modèle de commercialisation à privilégier, l'achat ou la location (leasing) des véhicules sans conducteur. Il s'agit d'une question importante, car acheter des navettes ou des bus automatisés aurait un impact sur le budget d'investissement de la collectivité, mais les louer aurait des conséquences pour son budget de fonctionnement, et donc sur le niveau des impôts locaux.

Des collectivités pourraient ainsi choisir d'augmenter leur investissement initial dans le matériel roulant pour réduire les dépenses liées aux conducteurs. Cependant, il ne faut pas sous-estimer les coûts d'exploitation des véhicules automatisés, y compris ceux de niveau 4. L'absence d'opérateur à bord ne signifie pas une disparition de l'humain, étant donné la mise en place d'une équipe de supervision à distance et d'intervenants sur le terrain.

L'évolution de la technologie pourrait à terme changer cette donne, mais la présence d'autres acteurs que le chauffeur autour du service automatisé reste essentielle et engendre des dépenses conséquentes. D'où l'importance d'approfondir la question du chiffrage des coûts des services de transport public automatisés afin de convaincre les collectivités locales de leur intérêt économique par rapport aux services conventionnels.





Des coûts d'exploitation réduits avec l'automatisation à certaines conditions

Le comité STPA, avec l'appui de la DGITM, s'est justement engagé dans une démarche d'analyse exploratoire de la pertinence économique d'un service de transport routier automatisé de voyageurs. Neuf ateliers ont été organisés avec des opérateurs de transport, des industriels et des chercheurs sur ce sujet, dont les résultats de travaux ont été présentés lors du symposium national de décembre 2024.

Les membres de l'écosystème ont d'abord établi des référentiels de coûts par type de services en se basant sur des données agrégées à un horizon de 2030, garantissant ainsi que les entreprises concernées, potentiellement concurrentes sur ces futurs marchés, n'échangeaient pas de données sur leur offre ou leurs perspectives de marché[23]. Partant du postulat de véhicules homologués et de process éprouvés, ils ont ainsi retenu plusieurs hypothèses de coûts unitaires.

Le surcoût d'investissement dans le système de conduite automatisé, en plus du prix du véhicule électrique, est estimé à 150 000 € pour une navette (contre 50 000 € pour un véhicule particulier, selon une hypothèse de la DGITM). S'y ajoutent 12 000 € par an et par véhicule d'abonnements et de licences liés au système. La supervision est quant à elle estimée à 10 000 € par an par poste de contrôle (hors effectifs), avec une hypothèse d'amortissement de ces systèmes sur dix ans.



Par ailleurs, les coûts fixes de mise en œuvre initiale du service sont évalués par le comité STPA à 320 000 € pour un parcours de 10 km[24], comprenant dans le détail :

- 100 000 € par service pour la démonstration de sécurité ;
- 10 000 € par km pour l'infrastructure connectée ;
- 12 000 € par km pour la mise en place du service et la marche à blanc.

[23] DGITM/DMR/TUD, 10/01/2025, Systèmes de transport routier automatisés : éléments d'éclairage économique, document de travail, p. 2, https://urls.fr/vWuQap.

[24] PFA-FVA, 03/12/2024, Quels référentiels économiques pour les systèmes de transport public automatisés ?, Symposium DGITM, Actes du symposium « mobilité routière automatisée et connectée », p. 103, https://urls.fr/bbYzSP.



Desserte fine de centre-ville en minibus

FRANCE VEHICULES AUTONOMES

Scénario de référence (avec chauffeurs)
- Parcours de 10km A/R
- Amplitude horaire 8h-19h, lundi à samedi
- 21 rotations par jour (3/h en heures de pointe, 1/h aux heures creuses)
- **2 minibus** de 6m (22 places) électriques
- **3 chauffeurs / véhicule** pour couvrir l'amplitude horaire, les formations, ….

Automatisation à iso-service
- **2 minibus électriques automatisés** de 6m
- 1 centre de supervision respectant l'obligation de 2 superviseurs pour n véhicules
- Une équipe d'intervention terrain

Premiers enseignements

Une baisse des couts d'exploitation de plus de 10% à partir de **5 véhicules supervisés par superviseur**
Une flotte minimale de 10 véhicules supervisés dans un centre de supervision (pour respecter **obligation de 2 pour n**)

Enjeux de **mutualiser la supervision (à distance et sur le terrain)**
- mutualiser plusieurs services dans un même centre de supervision
- optimiser le nombre de véhicules supervisés par superviseur
- polyvalence des équipes (sur le terrain et à distance)

Ecart des couts d'exploitation STPA vs situation de référence

Nombre de véhicules supervisés par superviseur	Delta couts d'exploitations
1	52%
2	13%
3	0%
4	-6%
5	-10%
6	-13%
7	-15%
8	-16%
9	-17%
10	-18%

Source : PFA-FVA, 03/12/2024, Quels référentiels économiques pour les systèmes de transport public automatisés ?, Actes du symposium « mobilité routière automatisée et connectée », p. 104, https://urls.fr/bbYzSP.

À partir de ces hypothèses, l'approche a ensuite consisté dans « la comparaison d'une solution automatisée[25] et d'une solution non-automatisée, pour un même service de transport, au travers de l'écart des coûts totaux d'exploitation (total cost of operation – TCO) »[26]. Les représentants de l'écosystème ont alors appliqué cette approche à quatre cas d'usage :

- une desserte fine de centre-ville en mini bus ;
- une ligne de bus à haut niveau de service (BHNS) ;
- une desserte pôle à pôle (ancienne ligne ferroviaire) ;
- l'optimisation d'une ligne de bus régulière avec desserte fine d'une zone d'activités.

Les résultats soulignent la pertinence économique des systèmes de transport public automatisés. Par exemple, une baisse de 10 % des coûts d'exploitation est constatée par rapport à un service conventionnel pour la desserte fine de centre-ville et la ligne de BHNS, à partir de 5 véhicules automatisés pour un superviseur. En respectant la réglementation qui impose d'avoir au moins deux intervenants à distance pour déléguer la supervision en cas de problème sur un véhicule[27], cela correspond à deux superviseurs pour une flotte de 10 véhicules automatisés.

[25] Sans opérateur de sécurité à bord du véhicule.

[26] DGITM/DMR/TUD, 10/01/2025, Systèmes de transport routier automatisés : éléments d'éclairage économique, document de travail, p. 2, https://urls.fr/vWuQap.

[27] Ibid., p. 8.

Plus globalement, les comparaisons réalisées sur les différents cas d'usage montrent que l'automatisation pourrait apporter de la souplesse dans l'exploitation des services de transport public, une amélioration de leur qualité (fréquence, amplitude horaire, etc.), une optimisation des coûts, une attractivité nouvelle pour des lignes peu fréquentées, et favoriser l'ouverture de nouveaux services dans des zones actuellement non desservies[28].

Ces résultats positifs dépendent néanmoins d'hypothèses fortes sur la maturité réelle des systèmes, la disponibilité de grands bus automatisés, le nombre de véhicules surveillés par un seul superviseur, ou encore la mutualisathion des services et la polyvalence des équipes d'intervenants à distance et sur le terrain.

La DGITM a donc proposé des analyses complémentaires visant à affiner le modèle de TCO et ses inducteurs de coûts (nombre de véhicules, d'intervenants, etc.), à mesurer le différentiel de coûts en appliquant l'approche à des véhicules particuliers (VP), ainsi qu'à évaluer les bénéfices de la mutualisation des ressources (maintenance et équipes terrain) et le nombre d'intervenants à distance nécessaires en fonction du niveau de service et de la fiabilité des systèmes

MINISTÈRE DU PARTENARIAT AVEC LES TERRITOIRES ET DE LA DÉCENTRALISATION

Modèle de TCO et référentiels de coûts

Equation de différentiel de coûts : $\Delta C_{exploitant} = \sum_i \Delta C_i$ (somme des différentiels de coûts)

Poste de coûts	Coût unitaire
Système automatisé des véhicules	• Véhicule M2 (y.c. navette) : **150 000 €** • Véhicule M1 (VP) : **50 000 €** (NB : hypothèse spécifique)
Amortissement (annualisation)	Amortissement sur **10 ans** en annuités constantes
Système automatisé des véhicules (licence, abonnement)	**12 000 €** / an
Mise en œuvre initiale du service	Coût fixe de mise en service : **300 000 €**
Maintenance des véhicules	10% du coût du véhicule (et de son système automatisé)
Entretien spécifique en dépôt	**1 h** par jour et par véhicule au salaire horaire (chargé) = **1,0** * celui d'un conducteur
Intervention à distance	Poste de supervision = **10 000 €** / an Salaire horaire (chargé) = **1,25** celui d'un conducteur
Intervention sur le terrain	Salaire horaire (chargé) = **1,5** * celui d'un conducteur en tenant compte de l'équipement et du déplacement
Conduite à bord des véhicules	Salaire annuel chargé d'un conducteur : 40 000 € /an
Locaux d'intervention à distance	Locaux d'intervention à distance = **5 000 €** /an par poste
Locaux de maintenance	Hypothèse de mutualisation des locaux avec les équipes existantes

Source : DGITM, 03/12/2024, Analyse économique des services de transport routier automatisés de personnes : approche tenant compte du niveau de service, Actes du symposium « mobilité routière automatisée et connectée », p. 109, https://urls.fr/bbYzSP.

[21] Atelier 28, 10/07/2024.



Sans revenir sur toutes les analyses réalisées par la DGTIM, plusieurs points méritent d'être soulignés. Concernant les écarts de TCO entre des services automatisé et conventionnel selon le nombre de véhicules supervisables par un intervenant à distance et gérables par un intervenant de terrain, les résultats s'avèrent plus favorables pour les véhicules particuliers partagés (de type robots-taxis) que pour les navettes, et encore plus que pour les bus de 12 m et 18 m.

En effet, l'exploitation de véhicules particuliers est intéressante sur le plan économique à partir de 5 véhicules, engendrant une baisse de TCO de 14 %. À l'inverse, une diminution des coûts de 11 % est constatée à partir de 7 navettes gérées par un intervenant à distance et un autre sur le terrain. Un tel écart s'explique par la différence de prix unitaire total (incluant le véhicule et le système de conduite automatisé) entre le véhicule particulier estimé à 100 000 €, et la navette à 250 000 €[29].

Il faut cependant avoir à l'esprit certaines limites de la démonstration. D'abord, elle ne prend pas en compte la performance des véhicules. De plus, elle ne considère pas les recettes supplémentaires possibles en augmentant l'offre, ou les gains de performance en redimensionnant le service pour une meilleure affectation des véhicules selon la demande réelle. Enfin, elle ne tient pas compte du niveau d'exploitation, soit les limites de défaut du service.

Or, un autre apport des travaux du ministère des Transports est l'étude du dimensionnement de l'équipe d'intervenants à distance et sur le terrain nécessaire pour exploiter un système de transport automatisé de voyageurs en fonction de deux critères :

- le niveau de service attendu, c'est-à-dire « la part d'arrêt du système tolérée dans le temps d'exploitation » ;
- la fiabilité technique du système, c'est-à-dire le taux d'insuffisances fonctionnelles désignant « les sollicitations appelant une intervention extérieure au véhicule »[30].

Ces sollicitations correspondent à des aléas que le véhicule et son système de conduite automatisé ne peuvent gérer par eux-mêmes et qui sont donc remontés au centre de supervision. Elles font alors l'objet d'un traitement par l'intervenant à distance d'une durée de 3 minutes, considéré comme l'hypothèse principale (95 % des cas), ou aussi par l'intervenant sur le terrain (5 % des cas plus complexes) d'une durée de 30 minutes.

[29] DGITM/DMR/TUD, 10/01/2025, Systèmes de transport routier automatisés : éléments d'éclairage économique, document de travail, p. 10, https://urls.fr/vWuQap.

[30] Ibid., p. 12.

Ecart de TCO (en %) entre service automatisé et non automatisé en fonction du nombre d'opérateurs d'intervention à distance et terrain pour chacune des typologies de véhicules considérées

Nombre d'opérateurs d'intervention à distance	ΔTCO (%) Véhicule particulier	ΔTCO (%) Navette	ΔTCO (%) Bus 12 m	ΔTCO (%) Bus 18 m +
4 (et 3 opérateurs terrain)	+19%	+28%	+22%	+18%
3 (et 3 opérateurs terrain)	+9%	+19%	+15%	+12%
2 (et 2 opérateurs terrain)	-13%	+0%	+0%	+0%
2 (et 1 opérateur terrain)	-24%	-10%	-8%	-7%

Source : DGITM/DMR/TUD, 10/01/2025, Systèmes de transport routier automatisés : éléments d'éclairage économique, document de travail, p. 13, https://urls.fr/vWuQap.

L'approche considère que les compétences des intervenants à distance et sur le terrain sont spécifiques. Autrement dit, elles ne sont pas mutualisables avec celles des équipes de supervision, de terrain et de maintenance qui existent pour de systèmes de transport non automatisés. Toutefois, l'hypothèse d'une mutualisation des intervenants sur le terrain a aussi été testée.

Le modèle proposé permet de déterminer le nombre d'intervenants à distance (au minium deux selon la réglementation) et sur le terrain pour gérer une flotte de véhicules automatisés, en fonction du niveau du service souhaité par l'exploitant et/ou l'organisateur. Ce niveau correspond au temps acceptable pendant lequel l'exploitation du service doit être interrompue, car les intervenants à distance sont tous sollicités par des insuffisances fonctionnelles des véhicules qui ne circulent plus.

Par ailleurs, le service est jugé fonctionnel si « la probabilité d'avoir un nombre de véhicules en sollicitations en même temps correspondant au nombre d'opérateurs de l'équipe d'intervention à distance est inférieure au seuil défini par le niveau de service de l'exploitation ». Autrement dit, la fiabilité technique des véhicules automatisés doit permettre de répondre aux exigences de temps minimal de fonctionnement fixées par l'exploitant et l'organisateur du service.

La DGITM a finalement utilisé ce modèle pour comparer l'écart de coût total d'exploitation (TCO) entre un service automatisé et un service non automatisé en fonction du nombre d'intervenants (à distance et sur le terrain) et du type de véhicule considéré (véhicule particulier, navette, bus 12 m, bus 18 m). Les calculs ont également été faits en tenant compte des limites de défauts de service tolérées et des taux horaires d'insuffisances fonctionnelles des systèmes[31].

De façon générale, les résultats de ces analyses prospectives mettent en lumière un lien étroit entre la performance technique et la pertinence économique des systèmes de transport automatisés, puisque « lorsque les niveaux de fiabilité technique s'améliorent, ces besoins de ressources d'intervention à distance ou sur les parcours diminuent, permettant alors une réduction du TCO du service automatisé par rapport à l'équivalent non automatisé »[32].

Si les travaux de l'écosystème montrent, chiffres à l'appui, l'intérêt économique de l'automatisation pour le transport public, un enjeu majeur réside également dans l'appréhension de ses externalités. La prochaine partie examine ainsi la question de la prise en compte des impacts sociaux et environnementaux d'un service de mobilité automatisé partagé.

[31] Voir les résultats chiffrés dans ibid., p. 13 pour les navettes, et l'annexe 2 pour les autres véhicules pp. 25-26, https://urls.fr/vWuQap.

[32] Ibid., p. 3.


95 Pte de Montmartre
undiz
Orpi
Vendez votre bien
avec le mandat by Orpi
1983
CV-057-AW
ÎledeFrance
mobilités
LATMA

✦

LES EXTERNALITÉS SOCIO-ENVIRONNEMENTALES DE LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE PARTAGÉE

Les échanges avec les entreprises et les membres du Conseil d'orientation de la Communauté autour du modèle d'affaires (business model) d'un opérateur de mobilité routière automatisée élaboré en 2023 ont mis en avant l'intérêt de prendre aussi en compte les dimensions écologiques et sociales d'un service de transport automatisé pour échanger avec les collectivités territoriales.

La Communauté s'est ainsi interrogée en 2024 sur les divers impacts, positifs et négatifs, de l'automatisation sur l'environnement et la société. Elle a également réfléchi à la définition d'un modèle d'affaires durable qui tient compte des externalités pour ces deux parties prenantes. Ce travail a permis de mettre à jour et d'étendre aux différents coûts et bénéfices sociaux et environnementaux le business model canvas d'un opérateur de services de navettes et de bus automatisés.

Quels impacts de l'automatisation des transports sur l'environnement et la société ?

Si l'automatisation peut contribuer à améliorer la performance économique et la qualité du transport public, il est également important de penser ses effets secondaires et de valoriser ses bénéfices sur la nature et la société. Sans prétendre à l'exhaustivité, une liste est ainsi proposée des externalités environnementales et sociales qui peuvent être générées par le déploiement de services de mobilité automatisés partagés et collectifs.

Penser et valoriser les externalités des STPA

Véronique Berthault a mis en exergue dans son intervention[33] auprès de la Communauté l'importance de penser les externalités positives et négatives, c'est-à-dire les effets externes secondaires et non rémunérés, liés aux systèmes des transport public automatisés. Elle a expliqué que l'analyse des externalités est couramment réalisée pour les projets d'infrastructure de mobilité, mais rarement pour les services de transport collectif. Or, le fait de se concentrer davantage sur ces externalités pourrait révéler des pistes innovantes pour financer les STPA.

Outre les bénéfices directs en termes de coûts et de qualité de service, l'automatisation permet d'améliorer l'exploitation des services de transport conventionnels, notamment pour la gestion de la fatigue et des plannings des conducteurs. Cette innovation peut également sur l'attractivité des métiers du transport public, qui peinent à recruter aussi bien pour l'exploitation que pour la maintenance.

Par ailleurs, la conduite automatisée peut engendrer des retombées positives aux niveaux social et environnemental, notamment en encourageant le report modal de la voiture individuelle vers les transports en commun. Comme évoqué précédemment, l'un de ses principaux apports est de renforcer

[33] Atelier 28, 10/07/2024.

l'offre de transport public, en améliorant la fréquence et l'amplitude horaires des lignes existantes d'une part, et en créant de nouveaux services dans les zones mal desservies d'autre part.

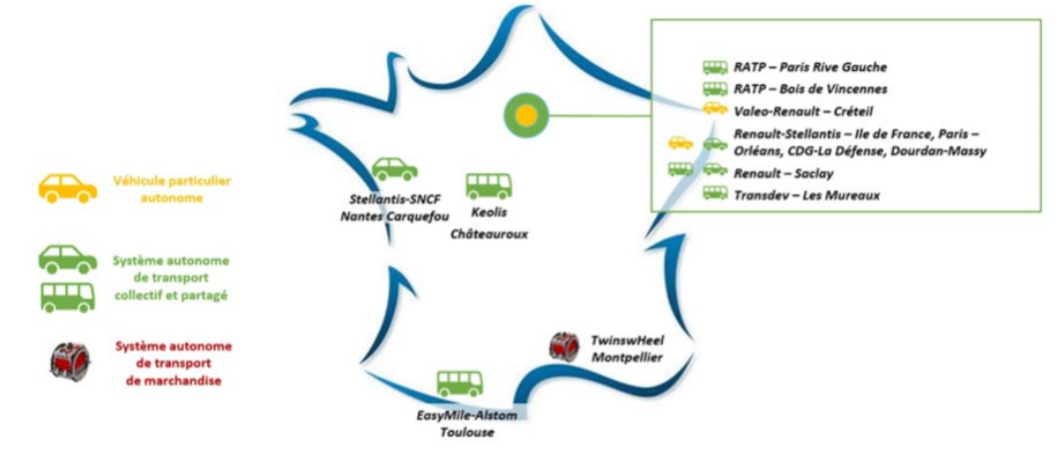
Les services automatisés devraient ainsi permettre de massifier l'utilisation des transports collectifs, notamment dans les territoires ruraux et périurbains, et contribuer à diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES). Pour rappel, la mission du Sénat sur le modèle économique des AOM insistait en 2023 sur le fait que les déplacements entre les centres des agglomérations et leurs périphéries représentaient 7 % des émissions globales de CO_2 en France.

Sur le plan social, les travaux précédents de la Communauté ont mis en lumière que la mobilité est un droit fondamental conditionnant l'accès au travail, à l'éducation ou encore aux loisirs. Les promoteurs de la mobilité inclusive soulignent en effet qu'elle représente la condition première de l'intégration sociale des individus en rendant possible l'exercice d'autres activités et pratiques de la vie quotidienne.

Or, la fragmentation actuelle des territoires et du marché du travail fait que l'exercice de la mobilité conditionne de plus en plus les droits à la formation, l'emploi, la santé, la culture, et plus largement la citoyenneté. La mobilité représente ainsi « le droit des droits »[34], dont se voient privés les publics socialement fragiles et les populations qui sont contraintes dans leurs déplacements et leurs modes de transport, en particulier dans les territoires peu denses. D'après le 4e baromètre MACIF-VEDECOM sur les Français et le Véhicule Automatisé, 80 % des habitants des zones rurales déclarent être dépendants de leur véhicule personnel pour se déplacer[35].

Convaincre les collectivités locales de déployer à l'avenir des services de transport automatisés de voyageurs ne se limite donc pas uniquement à démontrer leur performance économique par rapport aux services conventionnels avec chauffeur. Il apparaît essentiel de valoriser également leurs impacts potentiellement positifs en termes, par exemple, de transformation des territoires, de cohésion sociale ou de lutte contre le réchauffement climatique.

Afin d'affiner la compréhension des effets directs et indirects causés par les véhicules automatisés partagés sur l'environnement et la société, la Communauté s'est efforcée de dresser une liste des différentes externalités environnementales et sociales en s'appuyant sur la littérature scientifique, les grands projets européens d'expérimentations AVENUE (2018-2022) et SHOW (2020-2024)[36], ainsi que le projet SAM (2019-2023) en France.



Carte des expérimentations

[34] LE BRETON, Éric, 06/11/2019, « Deux décennies de mobilité inclusive. Émergences et déploiement d'une innovation à la croisée du territoire et du social », accessible sur le site du Laboratoire de la Mobilité Inclusive, https://urls.fr/KR4Ykb.

[35] Macif et Institut VEDECOM, 20/03/2024, 4ème édition du baromètre MACIF-VEDECOM, Les Français et le Véhicule Automatisé, Mobilité des villes & mobilité des champs : comment les Français abordent-ils le défi des transports ? La navette automatisée, une solution pour demain ?, communiqué de presse, Paris, https://urls.fr/s4D_Ni.

[36] Pour une présentation de ces programmes, voir le dernier rapport de la Communauté d'intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé, La mobilité routière automatisée à la croisée des chemins, Paris, Conseil & Recherche, 2024, p. 50-52, https://urlr.me/c59bg.



De son côté, le projet SHOW (SHared Operating modeld for Worldwide adoption) a déployé soixante-dix véhicules automatisés (navettes, minivans, robots-taxis, robobus) dans une vingtaine de villes partout sur le continent européen afin d'expérimenter des services de transport automatisés, partagés et à la demande, de voyageurs et de marchandises.

Le projet SAM (Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome) a, pour sa part, réuni treize expérimentations de véhicules automatisés sur routes ouvertes dans onze territoires pour tester six catégories de cas d'usage : conduite automatisée, valet parking, VTC, nouveaux services de mobilité collective ou partagée, transport public et livraison du dernier kilomètre[36].

Les chercheurs du projet AVENUE ont notamment étudié les impacts environnementaux des véhicules électriques automatisés partagés[37]. Des études sur les conséquences écologiques des navettes automatisées (émissions de particules, consommation énergétique, bruit) ont également été réalisées dans le cadre du projet SAM[38]. De son côté, le projet SHOW a permis d'analyser les impacts sociétaux du déploiement de véhicules connectés et automatisés pour le transport public[39].

L'objectif des prochaines sous-parties n'est pas tant d'examiner dans le détail les résultats des évaluations socio-environnementales réalisées pour ces différents projets d'expérimentation, que d'identifier les principales externalités sur la nature et la société à considérer pour le déploiement d'un service de mobilité automatisé partagée ou collective.

---

[37] Cerema 07/02/2025, Projet SAM « Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome » : conclusions et livrables, https://urls.fr/RIb5V8.

[38] VIERE, Tobias, BOOS, Adrian, VAN DEN BOOM, Nicole, BENYAHYA, Meriem, BEN MOUSSA, Maher, FOURNIER, Guy, 2024, « Environmental Impact Assessment: Automated Minibuses for Public Transport », in Automated Vehicles as a Game Changer for Sustainable Mobility. Learnings and Solutions, ed. by Guy Fournier, Adrian Boos, Dimitri Konstantas and Danielle Attias, Cham: Springer Nature Switzerland, Contributions to Management Science, p. 279-314, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_13.

[39] Voir les présentations, les fiches et la vidéo des résultats associées à cette thématique au https://urls.fr/Ws2szf.

[40] FERRAN, Victor, MAGALLÓN, Ignacio, RODRÍGUEZ, Paola, 2025, « Societal Impacts of Automated Mobility for Public Transport: Insights from a Modified Delphi Study and Expert Interviews », in Shared Mobility Revolution. Pioneering Autonomous Horizons, ed. by Henriette Cornet et Maria Gkemou, Cham: Springer Nature Switzerland, Lecture Notes in Mobility, p. 143-59, https://doi.org/10.1007/978-3-031-71793-2_9.

Externalités environnementales

Les véhicules automatisés partagés ont plusieurs effets externes sur l'environnement, en premier lieu sur le changement climatique, à travers la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. Les impacts environnementaux impliquent aussi des effets sur la biodiversité, à travers notamment l'emprise au sol et la gestion des déchets, ainsi que sur la pollution sonore et de l'air qui touche directement à la santé humaine.

Changement climatique : consommation énergétique et émissions de CO_2

La mise en place d'un service de mobilité automatisée partagée induit tout d'abord des effets sur le changement climatique, via la consommation d'énergie et de matériaux nécessaires à la production et à l'utilisation des véhicules. Lors de la phase d'exploitation, qui représentait 59 % de l'impact environnemental des navettes testées dans le projet AVENUE, le matériel s'use et le véhicule consomme de l'électricité, généralement produite à partir de la combustion d'énergies fossiles.

Par rapport à un véhicule classique, un véhicule automatisé consomme plus d'énergie en fonction de son niveau d'automatisation d'une part, et de ses équipements de connectivité (4G, 5G, etc.) d'autre part. Plus il est automatisé et connecté, plus un véhicule consomme de l'énergie pour gérer non seulement le traitement et l'échange des données au sein de ses systèmes embarquées, mais aussi de l'infrastructure débarquée.

Cependant, une réduction de la consommation énergétique est également possible avec des véhicules fortement connectés et automatisés. En effet, ces derniers prédisent, anticipent et adaptent mieux leur conduite et la performance du freinage grâce à la communication avec l'infrastructure et les autres véhicules (V2X)[40].

Dans le même sens, les analyses du projet SAM ont estimé à 10 % la baisse de la consommation électrique et des émissions de particules fines avec des navettes circulant plus vite (au-delà des 15 km/h) et ayant plus d'interactions avec leur environnement (connectivité pour une meilleure anticipation et un style de conduite plus doux, coopération entre véhicules, etc.)[41].

Ces consommations ont des conséquences directes sur les émissions de gaz à effet de serre, mesurées en équivalent CO_2. Pour les navettes automatisées du projet AVENUE, l'impact supplémentaire est par exemple estimé à 78g CO_2 par passager par kilomètre . Les effets peuvent toutefois être diminués en fonction du mix énergétique du pays et des sources utilisées pour produire de l'électricité (énergies renouvelables, nucléaire), contribuant ainsi à l'objectif de décarbonation des transports.

L'impact sur le changement climatique dépend également du report modal induit par les véhicules automatisés. Il serait négatif si le report vers ces derniers, que ce soit des robots-taxis ou des navettes, se faisait au détriment des modes actifs (marche et vélo) et des bus de transport public ayant une plus grande capacité. Une telle évolution provoquerait alors un effet rebond en matière d'émission de CO_2 et de congestion des axes routiers[43].

---

[41] VIERE, Tobias, et al., 2024, « Environmental Impact Assessment: Automated Minibuses for Public Transport », op. cit., p. 280, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_13.

[42] SAM, 2025, Les impacts de la mobilité autonome sur la consommation et les émissions, https://urls.fr/Oon56S.

[43] VIERE, Tobias, et al., 2024, « Environmental Impact Assessment: Automated Minibuses for Public Transport », op. cit., p. 297, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_13.

[44] JAROUDI, Ines, BOOS, Adrian, VIERE, Tobias, FOURNIER, Guy, 2024, « Environmental Impact Assessment: Externalities of Automated Electric Vehicles for Public Transport », in Automated Vehicles as a Game Changer for Sustainable Mobility. Learnings and Solutions, ed. by Guy Fournier, Adrian Boos, Dimitri Konstantas and Danielle Attias, Cham: Springer Nature Switzerland, Contributions to Management Science, p. 355, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_14.





Biodiversité : emprise au sol, gestion des déchets

Les études menées au sein d'AVENUE prennent aussi en compte un indicateur intéressant qui est le gain de surface au sol. Le développement de la mobilité automatisée partagée peut en effet conduire, à long terme, à une réduction de l'emprise au sol liée aux places de parking en zone urbaine.

La libération de l'espace bétonné pour le stationnement peut amener des bénéfices en matière de sauvegarde de la biodiversité (désimperméabilisation des sols, création de corridors écologiques pour la protection des espèces animales). En revanche, la mobilité automatisée peut aussi conduire à une plus grande facilité de déplacement et à une forte hausse des distances quotidiennes de trajet, provoquant une augmentation de l'étalement urbain.

De même, l'une des autres problématiques écologiques de l'usage de ces véhicules est la gestion des déchets. Il serait nécessaire de penser à optimiser cette dernière en prévoyant une filière de réparation et/ou de recyclage, notamment des déchets électroniques spécifiques, pour éviter une trop grande consommation de terres rares et de matériaux en général.

Santé : pollution sonore et de l'air

Les émissions de GES sont complétées par des émissions d'autres polluants (notamment d'oxydes d'azote – NOx, et de monoxyde de carbone – CO), liés à l'usage du véhicule. Ces polluants, ainsi que les particules émises par l'usure des pneus et des freins, contribuent à la pollution de l'air dans les zones où la circulation des véhicules est dense. Ces émissions sont plus importantes à vitesse faible (20-30 km/h)[44]. Or, la pollution de l'air a des effets documentés sur la santé humaine, donc les coûts en découlant doivent être pris en compte dans le déploiement des véhicules automatisés.

Par ailleurs, le bruit engendré par les navettes automatisées fait aussi partie des indicateurs pris en compte pour l'évaluation de l'impact environnemental des expérimentations dans les projets AVENUE et SAM. La pollution sonore a des effets sur les populations d'animaux (oiseaux et rongeurs notamment) et peut également induire du stress et des problèmes de santé chez les humains à un volume élevé et/ou constant.

Or, les résultats du projet AVENUE montrent que le bruit des navettes autonomisées testées est inférieur à celui des autres véhicules électriques et des bus conventionnels[45]. Pour SAM, les évaluations ont révélé l'absence d'impacts acoustiques et vibratoires des navettes sur les usagers, sauf en cas de freinage d'urgence, et sur les riverains étant donné leur faible vitesse de circulation (inférieure à 20 km/h)[46].

---

[45] Cerema, 2021, « Émissions routières des polluants atmosphériques : Courbes et facteurs d'influence ».

[46] VIERE, Tobias, et al., 2024, « Environmental Impact Assessment: Automated Minibuses for Public Transport », op. cit., p. 307, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_13.

[47] SAM, 2025, Acoustique et vibrations : quels sont les impacts pour les usagers et les riverains ?, https://urls.fr/cC8igA.

Externalités sociales

Les externalités des véhicules automatisés sur la société, identifiées dans la littérature, sont de divers ordres. Elles touchent d'abord aux accidents, à la sécurité perçue et à la congestion sur les routes. Les impacts de l'automatisation concernent ensuite l'accessibilité du transport public, l'équité sociale entre les individus, ou encore les prix du foncier et de l'immobilier ayant des effets sur la répartition géographique des populations. Enfin, une externalité souvent considérée renvoie aux impacts de la conduite automatisée sur le travail.

Accidents et sécurité perçue

Comme discuté précédemment[47], l'un des premiers bénéfices des véhicules automatisés concerne la diminution importante des accidents de la route, attendue dès les premiers niveaux d'automatisation grâce aux aides à la conduite (ADAS)[48]. L'agence fédérale américaine chargée de la sécurité routière (NHTSA) a estimé cette baisse à 94 % avec des véhicules entièrement automatisés (niveau 5)[49].

Une étude récente de Waymo et du réassureur Swiss Re va dans le même sens en comparant les recours en responsabilité liés aux collisions des robots-taxis avec celles impliquant des conducteurs humains. Sur 25,3 millions de miles parcourus, les véhicules automatisés (niveau 4) de Waymo ont fait l'objet de neuf réclamations pour dommages matériels et deux réclamations pour dommages corporels, contre 78 pour dommages matériels et 26 pour dommages corporels pour les conducteurs humains sur la même distance. Cela représente une réduction respective de 88 % des accidents avec des dégâts matériels et 92 % de ceux ayant provoqué des blessures corporelles[50].

La période de transition, marquée par la cohabitation entre des véhicules conventionnels et des véhicules de plus en plus automatisés, peut néanmoins se traduire par une hausse du nombre d'accidents. Une partie de ces derniers seront imputables à la difficulté des autres usagers à comprendre et anticiper le comportement des véhicules automatisés, ou la tendance de certains conducteurs à adopter des attitudes imprévisibles, voire mal intentionnées, à leur égard.

Par ailleurs, les travaux soulignent une forte corrélation entre la sécurité perçue des individus et leur intention d'usage des véhicules automatisés. En effet, les accidents de la route impliquant ces derniers ont un impact direct sur la confiance du public[51]. Il peut en outre exister une barrière d'ordre psychologique à l'usage des véhicules fortement automatisés sans opérateur à bord.

D'après les partenaires et les experts interrogés dans le projet SHOW, plus la technologie de conduite automatisée sera ainsi améliorée, répandue et visible, plus la perception de cette dernière par la population sera positive[52]. Elle permettra aussi de réduire les comportements dangereux des conducteurs sur les routes qui se retrouveraient en interaction avec des navettes automatisées.

Congestion routière

La congestion est perçue comme l'une des externalités des systèmes de transport les plus néfastes dans les zones urbaines. Elle correspond à l'encombrement des routes qui entrave l'activité d'autrui. Elle est généralement évaluée à partir d'une estimation de la perte de temps causée par les difficultés de circulation induite par l'arrivée d'un usager supplémentaire.

Les impacts des véhicules automatisés sur la congestion routière dépendent étroitement des scénarios de déploiement envisagés et des effets sur le report modal. Les projections réalisées

[48] Voir le chapitre 1, partie 2, p. ?

[49] BCG, Morgan Stanley, 29/09/2016, Motor Insurance 2.0.

[50] Sit U.S. Department of Transportation, 2018, Preparing for the future of transportation: Automated vehicles 3.0.

[51] The Waymo Team, 2024/12/19, New Swiss Re study: Waymo is safer than even the most advanced human-driven vehicles, https://waymo.com/blog/2024/12/new-swiss-re-study-waymo.

[52] ZHANG, Qiyuan, WALLBRIDGE, Christopher D., JONES, Dylan M., MORGAN, Philip L., 2024, « Public perception of autonomous vehicle capability determines judgment of blame and trust in road traffic accidents », Transportation Research Part A : Policy and Practice, vol. 179, https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103887.

[53] FERRAN, Victor, et al., 2025, « Societal Impacts of Automated Mobility for Public Transport: Insights from a Modified Delphi Study and Expert Interviews », op. cit., p. 155, https://doi.org/10.1007/978-3-031-71793-2_9.

pour les expérimentations du projet AVENUE mettent en avant une augmentation de la congestion en cas de report modal des bus vers les robots-taxis et les navettes automatisées. Cela s'explique notamment par les capacités et les taux d'occupation plus faibles de ces derniers, engendrant une augmentation des véhicules sur les routes pour répondre à une demande potentiellement accrue[53].

Accessibilité du transport et équité sociale

Comme affirmé par la Communauté, le déploiement de véhicules automatisés contribue à désenclaver les territoires, notamment ruraux et périurbains, et améliorer l'accessibilité de leurs habitants au transport public. Parmi les quatre scénarios testés dans le projet SHOW (navettes automatisées pour la desserte du premier et dernier kilomètre, navettes à la demande, bus automatisés et robots-taxis partagés), les trois premiers permettent une amélioration de l'accès au transport. Seul le scénario des robots-taxis ne fait pas consensus, étant donné une incertitude sur le prix de ces services qui pourrait être plus élevé, et donc moins accessible au plus grand nombre[54].

La question de l'équité au sens de l'accès aux transports à tous les publics, d'intégration sociale et de cohésion de la communauté a également été abordée dans SHOW. Si l'accès des personnes à mobilité réduite (personnes âgées et handicapées notamment) est pris en compte, les impacts sont jugés positifs. Une amélioration claire de l'équité est également notable pour la desserte du premier/dernier km et le transport collectif automatisé, mais elle est moins évidente pour les services de robots-taxis et navettes à la demande à cause du coût du service pour les usagers.

Prix du foncier et de l'immobilier

Un autre effet secondaire de la mise en place d'un service automatisé est la fluctuation des prix du foncier et de l'immobilier. L'automatisation du transport public tend à accentuer la concentration de la population dans les centres urbains, et celles des voitures individuelles à augmenter l'installation dans les zones périurbaines et rurales.

Une augmentation du prix des terrains et des logements est attendue pour les zones desservies par des services automatisés, en particulier celles déjà densément peuplées et fortement demandées. Cet effet pourrait toutefois être nuancé, selon certains experts, par une augmentation de l'offre de logements qui prendrait la place libérée par les parkings destinés aux véhicules particuliers dans les zones urbaines[55].



[54] JAROUDI, Ines, et al., 2024, « Environmental Impact Assessment: Externalities of Automated Electric Vehicles for Public Transport », op. cit., p. 355, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_14.

[55] FERRAN, Victor, et al., 2025, « Societal Impacts of Automated Mobility for Public Transport: Insights from a Modified Delphi Study and Expert Interviews », op. cit., p. 154-155, https://doi.org/10.1007/978-3-031-71793-2_9.

[56] MILAKIS, Dimitris, VAN AREM, Bart, VAN WEE, Bert, 2017, « Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research », Journal of Intelligent Transportation Systems, vol. 21 (4), p. 324-348, https://doi.org/10.1080/15472450.2017.1291351.

Impacts sur le travail

La conduite automatisée a enfin des effets importants sur les métiers, les compétences et la formation dans le domaine du transport, aussi bien de voyageurs que de marchandises. Si elle est souvent associée à une disparition du métier de conducteur, elle peut avoir un impact positif pour combler le manque de chauffeurs de transport public en Europe.

Selon le niveau d'automatisation, une transformation des tâches et des fonctions réalisées par les conducteurs a également lieu, avec des opportunités d'évolution de carrière. Ils peuvent par exemple se voir confier des missions d'opérateur à bord des navettes automatisées (niveau 3), consistant notamment à assurer l'assistance des passagers, la surveillance du fonctionnement des systèmes, et la reprise en mode manuel dans certains cas (contournement d'obstacles notamment).

Le déploiement de véhicules fortement automatisés (niveau 4) s'accompagne en outre de la création de nouveaux métiers, comme les intervenants à distance en charge de superviser des flottes de véhicules, et les intervenants sur le terrain en cas d'incidents ou de dysfonctionnement. Ils doivent posséder des compétences particulières, en particulier les intervenants à distance qui sont soumis à une obligation de formation afin d'être habilités à intervenir sur le système[56].

L'automatisation est ainsi responsable d'une évolution des compétences professionnelles qui ne touche pas seulement les conducteurs, mais aussi les métiers annexes à la conduite (exploitation, maintenance, fonctions supports, etc.). Par exemple, les véhicules automatisés et connectés exigent des protocoles de maintenance avancés sur les aspects mécaniques, ainsi que sur les systèmes informatiques et de communication (capteurs, logiciels embarqués, etc.) avec une gestion des données auparavant inexistante.



[57] Arrêté du 2 août 2022 portant application de l'article R. 3152-3 du code des transports relatif à l'habilitation des intervenants à distance dans le cadre des systèmes de transport routier automatisé, https://urlz.fr/p1tN



Il faut aller un cran plus loin sur le business model canvas en étudiant le ticket d'entrée pour un nouvel entrant, notamment parce qu'un territoire ne peut pas augmenter son budget aussi facilement. Le ticket d'entrée n'est d'ailleurs pas seulement financier, il peut concerner les nouvelles compétences à acquérir. Ce serait intéressant de mettre en lumière les gains qu'un service de mobilité automatisé peut apporter, notamment en faisant des comparaisons par rapport à un modèle de transport classique.

Cédric Seureau,
Research Program Manager on Sustainable Mobiliy Solutions,
Conseil d'orientation 7, 7 février 2024

Ils nécessitent ainsi l'acquisition par les travailleurs du transport de nouvelles compétence pour continuer à exercer leur métier (upskilling) et pour évoluer vers de nouvelles fonctions (reskilling). D'où la tendance au recrutement accru de profils plus qualifiés, notamment d'ingénieurs, ayant des compétences fortement spécialisées en matière d'ingénierie des systèmes complexes, de machine learning et d'intelligence artificielle, ou encore de cybersécurité.

Une polarisation plus forte des postes disponibles est aussi possible, c'est-à-dire une distribution des individus sur des postes en bas et en haut de la courbe de compétences, mais assez peu sur les compétences médianes, ce qui pourrait avoir une incidence importante sur les salaires. Des politiques publiques en matière de formation initiale et continue seraient alors indispensables pour éviter une explosion des inégalités[57].

Selon les partenaires et les experts interrogés dans le projet SHOW, le niveau global d'emploi dans le secteur du transport de voyageurs devrait augmenter dans les premières phases de déploiement des véhicules automatisés, puis rester stable à mesure de leur pénétration sur le marché. Seul le scénario des robots-taxis partagés pourrait entrainer une baisse d'emploi étant donné une plus grande capacité à fonctionner en dehors de toute intervention humaine[58].

[58] OECD, 2023/06/26, « Making Automated Vehicles Work for Better Transport Services: Regulating for Impact », International Transport Forum Policy Papers, vol. 115, https://doi.org/10.1787/2ea70307-en.

[59] FERRAN, Victor, et al., 2025, « Societal Impacts of Automated Mobility for Public Transport: Insights from a Modified Delphi Study and Expert Interviews », op. cit., p. 156, https://doi.org/10.1007/978-3-031-71793-2_9.

Un modèle d'affaires durable pour un opérateur de navettes et de bus automatisés

La Communauté s'est intéressée en 2023 au modèle d'affaires (business model) d'un opérateur déployant un service de mobilité automatisée, partagée ou collective, de passagers ou de marchandises, en zone périurbaine et rurale. Or, il est apparu essentiel aux entreprises membres de considérer également les dimensions écologiques et sociales, qui sont au cœur de leurs préoccupations pour les véhicules automatisés.

Les travaux se sont ainsi concentrés en 2024 sur la définition d'un modèle d'affaire durable qui tient compte des effets d'un service de transport automatisé sur l'environnement et la société. Pour ce faire, le choix a été fait de mettre à jour et d'étendre le business model canvas d'un opérateur de navettes et de bus automatisés, en intégrant les coûts et les bénéfices sociaux et environnementaux.

Définir un modèle d'affaires durable

Un modèle d'affaires décrit la façon dont une entreprise fait des affaires. Il ne se limite pas simplement à l'étude du modèle de revenus, c'est-à-dire comment elle capte des ressources financières, mais comprend plusieurs dimensions autour de la proposition, de la création et de la distribution de valeur.

Il a néanmoins une limite majeure, celle de ne prendre en compte que la dimension économique de l'activité d'une entreprise. Un courant de recherche important a donc émergé ces dix dernières années pour considérer les enjeux écologiques et sociaux, et proposer un modèle d'affaires durable (sustainable business model en anglais).

Les chercheurs définissent un modèle d'affaires durable dans le prolongement de l'approche classique, comme la manière dont l'entreprise crée, délivre et capte de la valeur de sorte à maximiser les impacts positifs et à minimiser les impacts négatifs sur l'environnement et la société[59]. L'approche durable du modèle d'affaires met alors en avant deux idées centrales.

D'une part, la notion de valeur n'est plus restreinte à sa seule dimension financière et marchande, mais elle s'étend à d'autres dimensions (esthétique, éthique, pratique, etc.). D'autre part, cette approche prend en compte de manière équivalente toutes les parties prenantes, en considérant la valeur créée ou détruite pour chacune d'entre elles. Elle s'intéresse donc à des acteurs indirectement impactés ou impactant l'entreprise étudiée.



[60] LÜDEKE-FREUND, Florian, CARROUX, Sarah, JOYCE, Alexandre, MASSA, Lorenzo, BREUER, Henning, July 2018. « The sustainable business model pattern taxonomy—45 patterns to support sustainability-oriented business model innovation », Sustainable Production and Consumption, vol. 15, p. 145-62, https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.06.004.



Un business model canvas étendu

Afin de tenir compte de cette approche durable, de nouvelles grilles d'analyse d'un modèle d'affaires ont émergé. Elles visent à prendre en compte les impacts sociaux et environnementaux de l'activité d'une entreprise, tout en s'inspirant du business model canvas élaboré par Osterwalder et Pigneur[60].

Ce dernier décrit la façon dont une entreprise envisage de gagner de l'argent en représentant de manière synthétique ses quatre grandes dimensions : l'offre, les clients, l'infrastructure, et la viabilité financière. Chaque dimension est elle-même décomposée schématiquement en plusieurs blocs, le canevas de modèle d'affaires en comprenant neuf au total.

Le business model canvas se focalise essentiellement sur les clients, les actionnaires et les partenaires clés. Pour un opérateur de mobilité automatisé, ces derniers sont notamment les concepteurs des systèmes, les gestionnaires d'infrastructures, les collectivités AOM, etc. Or, l'approche durable permet d'y ajouter la nature et la société considérées comme des parties prenantes à part entière[61].

Différentes grilles sont disponibles dans la littérature pour représenter un modèle d'affaires durable (triple layer business model canvas, flourishing business canvas, etc.). Elles permettent de passer de la question « comment opérationnaliser un service de mobilité automatisé partagé ? », à celle de savoir « quels sont les effets sociaux et environnementaux d'un tel service ? ».

Le choix a été fait de mobiliser le canevas de modèle d'affaires étendu, autrement appelé en anglais sustainable business model canvas[62], pour sa simplicité de représentation. Il ajoute en effet deux cases au business model canvas initial. La dimension « viabilité financière » n'est plus seulement composée de la structure des coûts et des flux de revenus, mais aussi des coûts et des bénéfices à la fois sociaux et environnementaux.

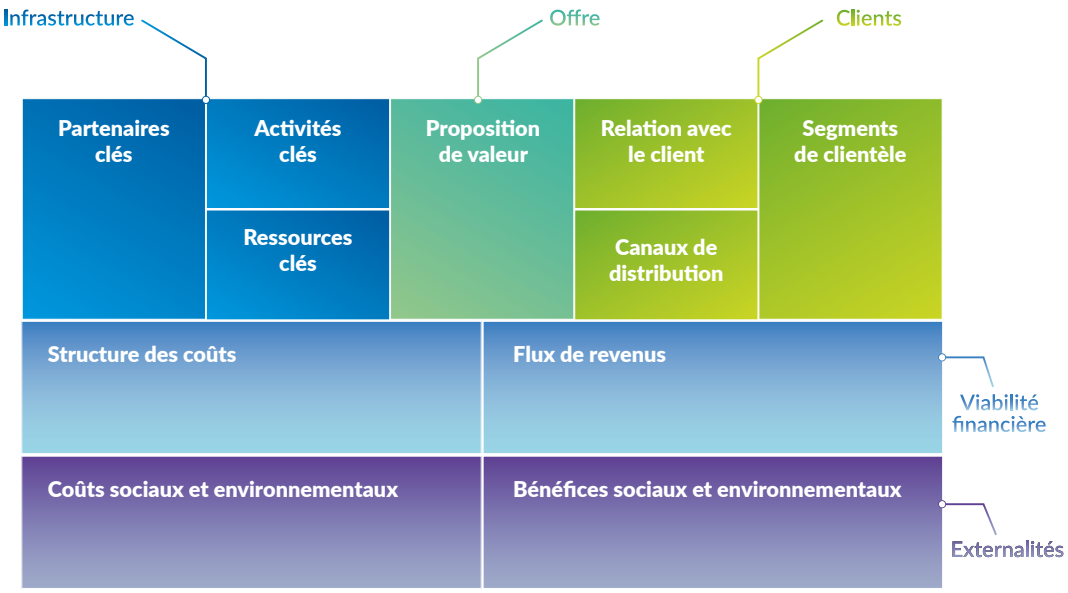


Figure 1 : Le canevas de modèle d'affaires étendu (*sustainable business model canvas*)

[61] OSTERWALDER, Alexander, PIGNEUR, Yves, 2010, Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers, John Wiley & Sons, The Strategyzer series.

[62] BOCKEN, N.M.P., SHORT, S.W., RANA, P., EVANS, S., 2014, « A Literature and Practice Review to Develop Sustainable Business Model Archetypes », Journal of Cleaner Production, vol. 65, p.42-56, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039.

[63] VASTBINDER, Boukje, KROESEN, Otto, BLOM, Esther, ORTT, Roland, 2017, « Business, but not as usual. Entrepreneurship and sustainable development in low-income economies », in Entrepreneurship, Innovation and Sustainibility, ed. by Marcus Wagner, London, Routledge, https://doi.org/10.4324/9781351277761.

Une mise à jour du canevas initial

La liste non exhaustive des externalités dressée précédemment permet ainsi de compléter le business model canvas d'un opérateur de navettes et de bus automatisés, pour du transport de passagers et de marchandises en zone rurale et périurbaine, élaboré par la Communauté en 2023[63]. Il s'agit en effet d'adapter le modèle d'affaires d'un opérateur de transport automatisé afin de faire en sorte de maximiser les externalités positives, et de minimiser les externalités négatives, pour la nature et la société.

De plus, une mise à jour a été faite des blocs initiaux du canevas. Certains ont en effet pu être mieux appréhendés grâce aux retours des entreprises, en particulier de l'opérateur de mobilité beti, et aux échanges avec les experts dans les ateliers en 2024. Par exemple, la liste des partenaires clés a été complétée avec les services de l'État qui délivrent les autorisations de roulage (DGITM, DSR[64]), les organismes chargés de l'homologation et de la validation de la sécurité (STRMTG, OQA), ainsi que les assureurs et les forces d'intervention et de secours.

Il en a été de même pour la clarification des relations avec les clients sur les différents modèles de contractualisation (délégation de service public, marché public, contrat privé) et sur la proposition de valeur concernant la baisse des coûts d'exploitation du transport (TCO) ou la supervision continue des véhicules. Les abonnements et licences des systèmes automatisés et la formation ont été ajoutés à la structure de coûts. La publicité et la vente de licences autour de la technologie de conduite automatisée et de la supervision peuvent quant à elles compléter les sources de revenus.

Une fois le business model canvas mis à jour et étendu aux externalités environnementales et sociales, l'enjeu principal consiste à les mesurer. Différentes méthodes existent pour évaluer les impacts économiques, sociaux et environnementaux d'un service de transport automatisé partagé, comme nous allons le voir dans la dernière partie.



[64] Communauté d'intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé, La mobilité routière automatisée à la croisée des chemins, Paris, Conseil & Recherche, 2024, p. 152, https://urlr.me/c59bg.

[65] La Délégation à la Sécurité routière, organisme interministériel affilié au ministère de l'Intérieur.

CANEVAS DE MODÈLE D'AFFAIRES DURABLE D'UN OPÉRATEUR DE NAVETTES ET DE BUS AUTOMATISÉS

PARTENAIRES CLÉS

- État (DGITM, DSR, préfecture)
- STRMTG et Organismes qualifiés agréés (OQA) sur la validation de la sécurité
- Collectivités locales et intercommunalités (AOM)
- Concepteurs de systèmes de conduite automatisés et fournisseurs de véhicules
- Gestionnaires d'infrastructures
- Assureurs
- Prestataires marketing et communication
- Forces d'intervention et de secours (police, gendarmerie, pompiers, etc.)
- Instituts de recherche

ACTIVITÉS CLÉS

- Supervision des véhicules
- Maintenance
- Intervention terrain
- Développement commercial et R&D
- Service client (assistance téléphonique, etc.)
- Marketing, communication

RESSOURCES CLÉS

- Véhicules automatisés
- Personnel (opérateurs à bord, intervenants à distance et sur le terrain)
- Infrastructures physiques (arrêts de bus, entrepôt, centre de contrôle)
- Infrastructure numérique (site internet, systèmes de supervision)
- Ressources financières

PROPOSITION DE VALEUR

- Véhicule électrique
- Transport partagé et collectif (à la demande ou sur trajet fixe)
- Transport des personnes et de marchandise
- Service amélioré en termes d'amplitude horaire (heures creuses) et de desserte des zones rurales et périurbaines
- Supervision en continu des véhicules pour la sécurité et la qualité du service
- Information en continu sur l'état du trafic
- Baisse du coût d'exploitation (TCO) des services de transport public

STRUCTURE DES COÛTS

Coûts fixes : achat des véhicules automatisés, masse salariale, infrastructures (bureaux, entrepôt, centre de contrôle, équipements), assurance, abonnements et licences liés aux systèmes automatisés et aux outils numériques

Coûts variables : coûts de maintenance et d'entretien des véhicules et des infrastructures, coûts d'intervention, consommation d'énergie, marketing et vente, formation des équipes, coûts administratifs (validation de sécurité, etc.)

COÛTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX

- Augmentation de la consommation énergétique (électricité non décarbonée)
- Augmentation des émissions de gaz à effet de serre
- Impacts négatifs sur la biodiversité liés à l'étalement urbain
- Augmentation de la pollution de l'air et du niveau sonore
- Augmentation des déchets complexes à gérer
- Risque d'incidents et d'accidents graves de la circulation
- Augmentation de la congestion routière
- Augmentation des prix du foncier et de l'immobilier dans les zones desservies
- Disparition d'emplois de conducteur

RELATIONS AVEC LE CLIENT

- Délégation de service public
- Marché public
- Service personnalisé pour une entreprise (contrat privé)

CANAUX

- Véhicule
- Centre de contrôle
- Application web et mobile pour la réservation et le paiement du trajet
- Site internet
- Hotline téléphonique pour les usagers
- Médias et réseaux sociaux
- Evénements locaux
- Guichets municipaux

SEGMENTS DE CLIENTÈLE

Clients :

- AOM
- Collectivités locales (régions, départements, communes)
- Opérateurs logistiques
- Sociétés de service
- Entreprises

Bénéficiaires :

- Tous publics (sauf mineurs non accompagnés) dont :
- Personnes sans accès au transport public en zone rurale et périurbaine
- Personnes à mobilité réduite (personnes âgées et handicapées)
- Personnes sans permis ou sans véhicule personnel
- Utilisateurs de services de livraison de proximité

SOURCES DE REVENUS



- Vente de tickets à l'unité ou par carnet
- Abonnements (journalier, mensuel ou annuel)
- Apport des actionnaires et autres investisseurs
- Subventions publiques (Etat, collectivités et intercommunalités)
- Contrat privé de transport de personnes ou de marchandises
- Paiement pour des services additionnels (collecte de données, publicité)
- Vente de licences sur la technologie de conduite automatisée et de supervision à d'autres entreprises

BÉNÉFICES ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX

- Décarbonation du transport (électricité produite à partir d'énergies renouvelables et de nucléaire)
- Baisse des émissions de gaz à effet de serre
- Impacts positifs sur la biodiversité liés à la suppression d'espaces de parking et la désimperméabilisation des sols
- Baisse de la pollution de l'air et du niveau sonore
- Baisse des incidents et des accidents graves de la circulation
- Désenclavement des territoires ruraux et périurbains
- Hausse de l'attractivité des zones desservies
- Offre de transport nouvelle pour les personnes à mobilité réduite
- Attractivité des métiers du transport public (opportunités d'évolution de carrière et création de nouveaux métiers qualifiés dans l'exploitation et la maintenance)



L'ÉVALUATION DES IMPACTS ÉCONOMIQUES, SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX DES VÉHICULES AUTOMATISÉS PARTAGÉS

L'évaluation des impacts économiques, sociaux et environnementaux est cruciale afin de déterminer si la mise en place de véhicules automatisés partagés, qu'il s'agisse de robots-taxis, des navettes ou des bus automatisés, contribue à une mobilité plus durable et inclusive.

La question se pose toutefois de savoir quels sont les multiples effets d'un service de transport automatisé. En outre, il est indispensable pour favoriser le déploiement à l'échelle de navettes et de bus sans conducteur d'interroger le consentement à payer des utilisateurs pour ces nouveaux services de mobilité.

Cette partie passe en revue les résultats des évaluations socio-économiques et de consentement à payer pour des véhicules automatisés partagés qui ont été menées dans le cadre des expérimentations du projet SAM (Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome)

Quels sont les effets d'un service de transport automatisé ?

L'évaluation socio-économique et environnementale permet de mesurer la pertinence économique et les effets sur la société et la nature d'un service de transport, en s'appuyant sur différentes méthodes, comme l'analyse coût-bénéfice et l'analyse en cycle de vie. Leur application aux véhicules automatisés présente toutefois plusieurs limites et difficultés à prendre en compte.

Les évaluations des véhicules automatisés à la demande réalisées dans le projet SAM ont montré un intérêt de ces services pour les utilisateurs en zone périurbaine plutôt que rurale. Les résultats des simulations sont cependant négatifs concernant le bilan économique et les externalités socio-environnementales de ces services.

L'évaluation socio-économique et environnementale

L'évaluation socio-économique (ESE) a pour objectif « d'apprécier l'intérêt de chaque projet pour l'ensemble de la collectivité nationale et de permettre de hiérarchiser les différents projets en vue de leur réalisation »[65]. Elle vise en effet à apprécier leurs impacts, à la fois positifs et négatifs, sur les plans économique, social et environnemental.

Parmi les différentes méthodes d'évaluation socio-économique, l'analyse coût-bénéfice (ACB) est celle de référence pour évaluer les politiques de transport. En effet, elle permet d'analyser la faisabilité a priori d'un nouveau service, mais aussi ses impacts ex post. Le principe de base est qu'un service de transport ne doit être mis en œuvre que si ses bénéfices sont supérieurs aux coûts engendrés pour la collectivité.

Cette méthode s'appuie sur une monétarisation des coûts (coûts opérationnels, environnementaux, sur les finances publiques, etc.) et des bénéfices (bien-être des usagers, subventions économisées, gains de sécurité, etc.). Par ce mécanisme, elle permet ainsi de construire une échelle commune pour comparer des critères qui sont difficilement comparables, tels que les économies de temps, la diminution de l'effet de serre, ou même le plaisir de conduire.

L'analyse coût-bénéfice d'un service de mobilité automatisé vise ainsi à évaluer des scénarios de déploiement par rapport aux modes de transport conventionnels en suivant plusieurs étapes :

- la définition d'indicateurs clés de performance (Key Performance Indicators – KPI) ;
- la formulation de différentes hypothèses ;
- l'évaluation des indicateurs au regard des différents scénarios ;
- la conversion des résultats en valeur monétaire ;
- le suivi des indicateurs dans le temps[66].

L'analyse en cycle de vie (ACV) est une méthode complémentaire qui évalue les impacts environnementaux tout au long des différentes phases du cycle de vie (conception, fabrication, utilisation, fin de vie) d'un produit ou d'un service. Pour ce faire, l'analyse s'appuie sur quatre grandes étapes qui sont :

- la définition des objectifs et du champ de l'étude ;
- la réalisation de l'inventaire des flux entrants et sortants (données ;
- l'évaluation des impacts environnementaux ;
- l'interprétation des résultats.

Il s'agit d'une méthodologie multicritère qui permet d'évaluer les flux entrants et sortants de matières premières et d'énergie à chaque phase du cycle de vie d'un véhicule automatisé[67].

---

[66] CARREYRE, Félix, 2023, Évaluation socioéconomique du véhicule automatisé : éléments de méthode, ministère chargé des Transports et Institut Vedecom, Mobilités routières automatisées – connaissances partagées à destination des collectivités locales, https://urls.fr/MarHD5.

[67] CARREYRE, Félix, COULOMBEL, Nicolas, BERRADA, Jaâfar, BOUILLAUT, Laurent, 2022, « Economic evaluation of autonomous passenger transportation services: a systematic review and meta-analysis of simulation studies », Revue d'Economie Industrielle, n°178-179, p. 92, https://doi.org/10.4000/rei.11536.

[68] HUBER, Dominik, VIERE, Tobias, HORSCHUTZ NEMOTO, Eliane, JAROUDI, Ines, KORBEE, Dorien, FOURNIER, Guy, 2022, Climate and environmental impacts of automated minibuses in future public transportation, Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 102, 103160, https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103160.



La complexité de l'évaluation des effets d'un service de transport automatisé

L'évaluation socio-économique et environnementale d'un service de transport automatisé est complexe et présente plusieurs difficultés.

Premièrement, l'analyse des impacts d'un tel service varie fortement selon les hypothèses retenues, notamment en termes de maturité de la technologie, de type de service et de cas d'usage, de rôle de l'infrastructure, ou encore d'intégration dans le système de transport public. D'après les analyses du projet AVENUE, le taux d'occupation, la vitesse, le kilométrage et la durée de vie des véhicules sont des facteurs importants pour réduire les effets négatifs sur l'environnement des navettes automatisées[68].

Deuxièmement, les chercheurs soulignent la nécessité de considérer l'impact de la mobilité automatisée à différents niveaux, par exemple ceux des véhicules, du système de transport, du système urbain et de la société en général[69]. Les études mettent toutefois en évidence que plus on élargit la focale, et plus l'incertitude est importante quant aux impacts des véhicules automatisés en matière économique, sociale et environnementale.

Cette incertitude impose de changer d'approche pour évaluer leurs effets directs et indirects en se focalisant sur des scénarios de déploiement. Par exemple, l'Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI) a réalisé une étude prospective sur les opportunités et les risques de l'automatisation en se basant sur trois scénarios de mobilité individuelle, collective et à la demande[70]. C'est également ce qu'on fait les chercheurs pour évaluer les impacts de la mobilité automatisée partagée dans les projets AVENUE, SHOW et SAM.

Troisièmement, il est difficile d'appréhender et d'anticiper toutes les répercussions possibles du développement de la technologie de conduite automatisée. Il est notamment complexe d'estimer les émissions de CO2 par kilomètre parcouru ou de prendre en compte la consommation énergétique sur le cycle de vie des véhicules et des infrastructures[71]. De même, il est difficile de prédire les comportements des usagers avec l'arrivée de ces nouveaux modes de transport.

D'où le recours à des pronostics tirés de l'état de l'art et des simulations de mobilité pour projeter les usages des véhicules automatisés. Ces simulations doivent toutefois considérer un nombre important de paramètres (données spatiales, de déplacement, etc.). Les indicateurs sont également nombreux et doivent prendre en compte tous les acteurs impactés par ces nouvelles solutions de transport (usagers, opérateurs, collectivités, etc.)[72].

Quatrièmement, la mesure des externalités socio-environnementales peut être rendue ardue du fait d'indicateurs peu pertinents. Les outils d'analyse permettent parfois de raisonner à des échelles larges uniquement et sont inadaptés pour voir les impacts réels d'un service sur un territoire. Il est difficile d'estimer, par exemple, le report modal à partir

[69] VIERE, Tobias, et al., 2024, « Environmental Impact Assessment: Automated Minibuses for Public Transport », op. cit., p. 309, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_13.

[70] TAIEBAT, Morteza, BROWN, Austin, SAFFORD, Hannah, QU, Shen, XU, Ming, 2018, « A review on energy, environmental, and sustainability implications of connected and automated vehicles », Environmental Science & Technology, vol. 52, p. 11449-11465.

[71] SAUJOT, Mathieu, BRIMONT, Laura, SARTOR, Oliver, 18/06/2018, Mettons la mobilité autonome sur la voie du développement durable, IDDRI, Study n°2.

[72] GRISONI, Anahita, MADELENAT, Jill, mars 2021, Le véhicule autonome : quel rôle dans la transition écologique des mobilités ?, une recherche menée par La Fabrique Écologique sur commande du Forum Vies Mobiles, p. 92.

[73] CARREYRE, Félix, 2023, Évaluation socioéconomique du véhicule automatisé : éléments de méthode, ministère chargé des Transports et Institut Vedecom, Mobilités routières automatisées – connaissances partagées à destination des collectivités locales, p. 2.

d'une expérimentation d'un système de transport automatisé présentant une maturité technologique et une offre de service limitée.

La difficulté peut résider, cinquièmement, dans l'absence d'indicateurs, et des unités de mesure et des méthodes associées, pour mesurer les coûts et les bénéfices de certains phénomènes difficiles à objectiver et quantifier, tels que la cohésion sociale ou l'attractivité du territoire. Il est donc essentiel de définir des indicateurs qui prennent en compte le maximum d'effets et d'ajuster ceux-ci de façon continue. Il s'agit aussi de comparer systématiquement la réalité avec les hypothèses retenues pour adapter les scénarios et les simulations afin de rendre les résultats des évaluations plus précis.

Finalement, de nombreuses externalités peuvent représenter des coûts ou des bénéfices pour la nature et/ou la société, selon des critères et des arbitrages qui peuvent varier. Par exemple, le déploiement d'un service de mobilité automatisé peut jouer sur l'attractivité d'un territoire en termes de desserte par les transports publics, mais augmenter les prix du foncier et de l'immobilier, et limiter ainsi le profil socio-économique des habitants dans cette zone.

Ce même service peut aussi libérer de l'espace jusqu'alors occupé par des places de stationnement, avec des bénéfices pour la sauvegarde de la biodiversité si des mesures sont prises pour désimperméabiliser les sols. À l'inverse, si des habitations sont construites à la place du stationnement, les bénéfices pour la biodiversité disparaissent, mais les impacts négatifs sur les prix de l'immobilier sont atténués.

L'évaluation des véhicules automatisés à la demande dans SAM

Félix Carreyre, docteur en économie des transports et chef de projet à l'Institut Vedecom, est revenu[73] pour la Communauté sur l'évaluation socio-économique des services de transport automatisés partagés qu'il a réalisée pour le projet SAM. Son travail s'est appuyé sur le couplage d'un modèle de simulation de mobilité et d'une analyse coût-bénéfice.

Étant donné le fait que les véhicules automatisés à la demande étaient encore largement expérimentaux en 2020, il a utilisé des simulations de mobilité pour obtenir des données correspondant à leur mise en œuvre. Les indicateurs obtenus à partir de ces simulations incluaient, entre autres, les distances parcourues, les temps de trajet et d'attente, et le taux de remplissage des véhicules. Ces simulations lui ont permis d'évaluer différents scénarios de mobilité automatisée partagée en introduisant des modifications par rapport à un scénario de référence.

L'analyse coût-bénéfice s'est concentrée quant à elle sur la prise en compte de trois principaux éléments :

- les usagers supplémentaires, en analysant des éléments tels que le temps d'accès, le temps d'attente, le temps de trajet et le confort ;
- les opérateurs, en évaluant les coûts, notamment d'investissement et de fonctionnement, et les recettes générées par le service ;
- les externalités, incluant les émissions de gaz à effet de serre, la pollution locale, les nuisances sonores et les accidents.

L'évaluation socio-économique dans le projet SAM a porté sur plusieurs cas d'étude de service de mobilité automatisé partagé à la demande. Félix Carreyre a présenté à la Communauté les résultats pour deux d'entre eux : celui en zone périurbaine sur le plateau de Saclay (91), et celui en zone rurale à Dourdan (78).

[74] Atelier 25, 25/04/2024.

CAS DE SERVICE AUTOMATISÉ À LA DEMANDE EN ZONE PÉRIURBAINE

Le premier concerne le site du plateau de Saclay en Essonne où des véhicules automatisés ont été expérimentés en interaction avec des transports collectifs lourds, tels que les RER B et C et le tramway. Cette zone bénéficie également d'une desserte par des bus, mais qui présente des contraintes importantes pour les usagers avec un temps d'attente long et des temps de trajet élevés.

Les simulations ont porté sur quatre scénarios avec des voitures automatisées (4 places) et des navettes automatisées (8 places), pour deux types de service partagé à la demande : en porte-à-porte (door-to-door) et en point à point (stop based). Ce dernier permet notamment de récupérer plus de passagers au même endroit, en particulier aux moments où il n'y a pas d'interaction avec les autres modes de transport.

Les résultats des scénarios ont montré d'abord une augmentation totale des temps de trajet avec l'introduction des véhicules automatisés. Elle est attribuable au confort de ces derniers par rapport aux transports conventionnels qui incite les usagers à préférer ces options, même si elles rallongent légèrement leurs trajets. Une autre raison de cette augmentation du temps de trajet est la congestion accrue, notamment autour des gares, causée par l'arrivée de nouveaux usagers sur la route qui utilisaient avant la marche, le vélo ou les transports en commun.

Par conséquent, la fréquentation de ces derniers diminue, mais elle augmente pour les modes lourds (RER, tram) desservis par les véhicules automatisés partagés. L'analyse a donc souligné que les navettes automatisées représentaient à la fois une menace, en faisant concurrence aux bus, et une opportunité pour alimenter les transports en commun.

Concernant ensuite les opérateurs, Félix a souligné l'incertitude autour du coût de l'infrastructure et les différentes positions quant à l'infrastructure nécessaire pour le déploiement des services automatisés. Elles variaient de l'absence totale d'infrastructures spécifiques, réduisant les pertes financières, à des parcours très automatisés nécessitant des investissements très conséquents. Une stratégie potentielle pour optimiser les coûts d'investissement et d'entretien dans l'infrastructure serait d'adapter le réseau de bus en utilisant les arrêts existants dans une logique stop based.

Enfin, sur les externalités, malgré l'électrification des véhicules automatisés, le bilan s'est avéré négatif, étant donné l'augmentation du trafic et des émissions de gaz à effet de serre. Le mode door-to-door, bien que plus attractif et confortable pour les usagers, contribue davantage à la congestion routière et génère plus de kilomètres à vide que le mode stop based.

L'analyse a également montré que ce dernier, en couplant les véhicules automatisés à la demande avec les modes de transport en commun, permettait d'atteindre de meilleurs taux d'occupation (jusqu'à 2,25 personnes par véhicule), dépassant ainsi largement la moyenne observée dans la littérature sur des services automatisés à la demande (1,25 à 1,5 personne par véhicule).



© lemonde.fr

CAS DE SERVICE AUTOMATISÉ À LA DEMANDE EN ZONE RURALE

Un second cas d'étude a également été réalisé sur la ville de Dourdan dans les Yvelines qui est desservie par le RER C. L'objectif de cette simulation était d'évaluer l'impact de l'introduction de véhicules automatisés dans un territoire rural où les transports en commun sont limités et la mutualisation des trajets peu développée.

Il s'agissait de comparer les performances d'un service de véhicules légers automatisés (4 places) à la demande en porte-à-porte, par rapport à celles d'un service non automatisé, tel qu'un taxi. Une particularité de l'analyse était de tester des services partagés et non-partagés, ces derniers permettant de limiter les temps d'attente et de trajet.

Il est d'abord ressorti des simulations que le service automatisé, même à la demande, avait beaucoup de mal à concurrencer la voiture conventionnelle. Le temps d'attente constitue en effet un obstacle majeur dans ces territoires où les gens ont l'habitude de partir en voiture sans attendre qu'on vienne les récupérer. Le taux de remplissage des véhicules automatisés était par ailleurs inférieur à celui des véhicules conventionnels, avec seulement 1,10 à 1,15 personne par véhicule.

Ce faible taux de remplissage s'explique notamment par le nombre de kilomètres parcourus à vide, sur des distances plus longues en territoire rural. Le mode partagé s'est néanmoins montré plus intéressant pour les usagers, une flotte de véhicules de la même taille permettant de mieux répondre à la demande, avec plus de places disponibles et plus rapidement.

Les coûts d'infrastructure se sont révélés un point critique en zone rurale pour le bilan financier du service, avec des coûts d'investissement pouvant atteindre plusieurs dizaines, voire centaines, de millier d'euros par kilomètre. Ce bilan serait dès lors trop lourd pour mettre en place un service commercial de véhicules automatisés à la demande.

Sur les externalités, l'absence de partage du trajet s'est aussi traduite par une augmentation importante du nombre de kilomètres parcourus et par une utilisation plus intensive des véhicules. Enfin, certains utilisateurs de vélo ou de transports en commun se tourneraient vers ce service automatisé, ce qui pourrait aggraver les émissions de gaz à effet de serre.

En conclusion, Félix Carreyre a souligné que les véhicules automatisés à la demande présentaient plus d'intérêt en zone périurbaine que rurale pour les usagers. Cependant, le bilan de ce type de service s'est montré négatif sur le plan économique et des externalités socio-environnementales dans tous les scénarios considérés[74].

Il a donc préconisé de se concentrer plutôt sur l'automatisation des transports en commun, notamment des bus circulant sur des voies dédiées, permettant une adaptation plus facile de l'infrastructure existante. Il a également suggéré de jouer sur la taille des véhicules, en passant à des navettes automatisées lorsque la demande ne justifie pas l'utilisation d'un bus.

Par ailleurs, il a mis en garde contre le déploiement de robots-taxis qui entraînerait des impacts environnementaux négatifs en raison de l'ajout de véhicules sur les routes et de la demande induite de mobilité, provoquant ainsi des effets similaires à l'arrivée des VTC, comme Uber dans les villes. Il est important de remarquer que les conclusions du projet SAM rejoignent celles de l'IDDRI et des projets AVENUE et SHOW.

En effet, toutes les évaluations socio-économiques et environnementales s'accordent sur le fait que les robots-taxis sont susceptibles d'engendrer des externalités négatives en termes d'augmentation des émissions de GES et de congestion routière[75]. Les scénarios les plus favorables concernent le déploiement de navettes et de bus automatisés qui permettent de réduire le nombre de véhicules en circulation et d'élargir l'accès aux transports en commun, notamment en zone peu dense.

[75] CARREYRE, Félix, 2023, Évaluation socioéconomique du véhicule automatisé : éléments de méthode, art. cit., https://urls.fr/MarHD5.

[76] JAROUDI, Ines, et al., 2024, « Environmental Impact Assessment: Externalities of Automated Electric Vehicles for Public Transport », op. cit., p. 348, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_14.

Quel consentement à payer pour des services de mobilité automatisés ?

Un autre aspect important pour envisager le déploiement de véhicules automatisés partagés réside dans l'évaluation du consentement à payer pour ces nouvelles solutions de mobilité. Plusieurs méthodes sont utilisées pour le mesurer, dont celle des choix discrets. Un certain nombre de facteurs clés influencent le consentement à payer pour des services de transport automatisés.

Les études de consentement à payer réalisées dans le projet SAM ont montré que les véhicules automatisés partagés ne sont pas considérés en général comme des alternatives intéressantes par rapport aux modes de transport conventionnels, notamment pour réduire le temps de trajet.

Les méthodes pour mesurer le consentement à payer

Le concept de consentement à payer permet de « comprendre la valeur perçue d'un bien ou d'un service pour les utilisateurs »[76]. Autrement dit, le consentement à payer pour un service de mobilité automatisé désigne la quantité maximale d'argent qu'un individu est disposé à dépenser pour utiliser ce service[77].

Pour évaluer le consentement à payer des consommateurs, plusieurs méthodologies sont utilisées, chacune adaptée à des contextes spécifiques[78] :

- les études de marché collectent des informations sur les comportements d'achat et les préférences des consommateurs pour estimer leur disposition à payer ;
- les expériences de choix permettent aux consommateurs de choisir parmi plusieurs options de produits, en indiquant le montant qu'ils seraient prêts à payer pour chacune ;
- la méthode de l'évaluation contingente interroge sur la volonté de payer pour des biens ou des services hypothétiques, ce qui est souvent utile pour des produits non marchands ;
- l'analyse conjointe évalue la valeur relative des différentes caractéristiques d'un produit ou d'un service en fonction des préférences des consommateurs.

Cependant, ces méthodes présentent des limites pour évaluer des biens ou des services innovants qui ne sont pas encore disponibles sur le marché et pour lesquels les consommateurs manquent souvent de références pour formuler leur consentement à payer. Dans ce cas, la méthode des expériences de choix discrets est particulièrement adaptée.

Elle repose sur des simulations de choix hypothétiques où les participants sont confrontés à différents scénarios de produits ou de services, avec diverses combinaisons de caractéristiques et de prix afin de déterminer la valeur que les consommateurs attribuent à chaque élément. Cette méthode permet ainsi de faire des prévisions sur la demande future avant le lancement officiel du produit ou service sur le marché.

La mesure du consentement à payer repose sur des données d'enquête déclaratives, collectées en ligne ou en face-à-face. Ces enquêtes contribuent à déterminer un comportement moyen pour l'échantillon étudié. L'analyse de ces données permet non seulement de calculer le consentement à payer, mais aussi d'autres indicateurs économiques, comme les parts modales ou les élasticités de la demande. Ces dernières montrent comment l'augmentation du coût, par exemple, d'un mode de transport influence la demande pour ce dernier.

---

[77] BONNET, Adrien, BERRADA, Jaâfar, 2023, Consentement à payer pour les services de mobilité automatisée, ministère chargé des Transports et Institut Vedecom, Mobilités routières automatisées – connaissances partagées à destination des collectivités locales, https://urls.fr/Je6kk1.

[78] Jiang XIAOBEI, Wenlin YU, Wenjie LI, Jiawen GUO, Xizheng CHEN, Hongwei GUO, Wuhong WANG, Tao CHEN, 2021, "Factors Affecting the Acceptance and Willingness-to-Pay of End-Users : A Survey Analysis on Automated Vehicles". Sustainability 13, no. 23: 13272, 2021.

[79] CARREYRE, Félix, 2023, Évaluation socioéconomique du véhicule automatisé : éléments de méthode, art. cit., https://urls.fr/MarHD5.

Des facteurs clés du consentement à payer pour des services automatisés

Les études qui se sont intéressées au consentement à payer pour l'utilisation des véhicules automatisés partagés ont montré qu'il pouvait être influencé par différents facteurs. Ces derniers sont principalement de trois ordres : des facteurs sociodémographiques et psychologiques, des facteurs liés au service et le coût.

LES FACTEURS SOCIODÉMOGRAPHIQUES ET PSYCHOLOGIQUES

Ce sont d'abord les caractéristiques sociodémographiques (sexe, âge, etc.) et psychologiques[79] des individus qui jouent sur la volonté de payer pour la conduite automatisée, telles que :

- l'âge : les jeunes adultes et ceux ayant une affinité pour la technologie sont plus enclins à payer pour de tels services, tandis que les personnes plus âgées et celles moins à l'aise avec la technologie montrent une moindre disposition à payer ;
- le niveau de diplôme : les personnes ayant un niveau d'éducation supérieur sont plus disposées à payer pour les services de mobilité automatisée, une éducation élevée étant associée à une meilleure compréhension des avantages technologiques et des risques perçus plus faibles ;
- le niveau de connaissance : les individus mieux informés et plus familiarisés avec les technologies de conduite automatisée ont tendance à avoir une disposition à payer plus élevée[80] ;
- les bénéfices perçus : les utilisateurs perçoivent des avantages significatifs à l'utilisation de la mobilité automatisée, tels que la réduction des accidents, de la congestion et des émissions, montrent un consentement à payer plus élevé ;
- les risques perçus : les préoccupations concernant les défaillances des systèmes, la sécurité, et la confidentialité réduisent le consentement à payer[81] ;
- les craintes anticipées : la peur et l'inquiétude liées à l'utilisation des services de mobilité automatisés réduisent le consentement à payer des utilisateurs ;
- la confiance dans la technologie : la confiance dans la fiabilité et la sécurité des véhicules automatisés est un facteur clé pour un consentement à payer plus élevé[82].



[80] LIU, Peng GUO, Qianru, REN, Fei, WANG, Lin, XU, Zhigang 2019, « Willingness to pay for self-driving vehicles: Influences of demographic and psychological factors », Transportation Research Part C: Emerging Technologies, vol. 100, 306-317, https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.01.022.

[81] ABRAHAM, Hillary, LEE, Chaiwoo, BRADY, Samantha, FITZGERALD, Craig, MEHLER, Bruce, REIMER, Bryan, COUGHLIN, Joseph F., 2017, « Autonomous vehicles and alternatives to driving: trust, preferences, and effects of age», Proceedings of the Transportation Research Board 96th Annual Meeting, https://urls.fr/dNdmvq.

[82] SCHOETTLE, Brandon, SIVAK, Michael, 2014, A survey of public opinion about connected vehicles in the US, the UK, and Australia, University of Michigan, Ann Arbor, Transportation Research Institute, 2014.

LES FACTEURS LIÉS AU SERVICE

D'autres facteurs liés à la qualité de service, qui dépendent aussi de la performance des systèmes automatisés (vitesse, présence d'un opérateur à bord ou supervision à distance, etc.), influencent la volonté d'utiliser des solutions de mobilité sans conducteur, à savoir :

- l'usage partagé : la confiance dans le partage de ces services, notamment avec des inconnus, joue un rôle important dans le consentement aux services automatisés partagés[83] ;
- le temps d'attente : une réduction de ce dernier a un effet positif sur le consentement à payer[84] ;
- le confort du trajet : un bon niveau de confort, en termes de vitesse du service et de qualité des installations à bord, augmente le consentement à payer[85] ;
- le temps de trajet : la perception que les véhicules automatisés offrent un temps de trajet meilleur ou comparable aux modes conventionnels favorise le consentement à payer.

LE COÛT, UN FACTEUR DÉTERMINANT

Par ailleurs, le coût du trajet est un facteur déterminant à considérer dans le consentement à payer pour des véhicules automatisés partagés. En effet, les utilisateurs comparent le prix de ces services à celui des modes de transport avec chauffeur existants, comme les bus, les trains et le métro. Un coût perçu comme compétitif peut augmenter la volonté de payer pour des véhicules automatisés[86].

Une étude[87] souligne que pour que les utilisateurs envisagent de passer du transport public conventionnel aux services automatisés partagés, le coût de ces derniers doit être inférieur. Plus précisément, une grande partie des utilisateurs de bus (84 %) n'est pas disposée à passer aux services sans conducteur si le tarif est supérieur de 1,5 € à son tarif actuel. Cette réticence augmente à 92 % si la différence de tarif est de 2,5 €.

Une revue récente de la littérature[88] montre également que le coût du trajet a systématiquement un effet négatif sur l'intention d'utiliser les services de mobilité automatisée. Parmi les vingt-neuf études examinées, vingt-deux mettent en avant que les coûts de trajet réduisent la probabilité que les individus choisissent d'utiliser ces services. Ces résultats mettent en évidence l'importance de proposer des coûts compétitifs pour favoriser l'adoption des véhicules automatisés partagés.

Par ailleurs, un tiers de ces études s'intéresse aux facteurs psychosociaux (attitudes, normes sociales, etc.) qui influencent l'intention d'usage des véhicules automatisés partagés. Les attitudes peuvent renvoyer, par exemple, à des préoccupations pour l'environnement et la sécurité, à l'attrait pour les nouvelles technologies ou encore à la passion de conduire. Néanmoins, l'effet des facteurs psychosociaux a été moins étudié dans la littérature économique[89] .

Le consentement à payer pour des services automatisés dans le projet SAM

Rim Rejeb, chargée de R&D à l'Institut Vedecom, a présenté[90] à la Communauté les résultats des études de mesure de consentement à payer pour des services de mobilité automatisés partagés, réalisées dans le cadre du projet SAM sur trois sites différents d'expérimentation (Dourdan-Massy, Paris Rive Gauche, Paris-Saclay).

Des scénarios hypothétiques ont été soumis aux participants avec différentes alternatives de transport

[84] KRUEGER, Rico, RASHIDI, Taha H., ROSE, John M., 2016, « Preferences for shared autonomous vehicles », Transportation Research Part C: Emerging Technologies, vol. 69, 2016, 343-355, https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.06.015.

[85] ZMUD, Johanna, SENER, Ipek N., WAGNER, Jason, 2016, Consumer Acceptance and Travel Behavior. Impacts of Automated Vehicles, Final report, Texas A&M Transportation Institute, https://urls.fr/LEgbiZ.

[86] CHEE, Pei Nen Esther, SUSILO, Yusak O., WONG, Yiik Diew, PERNESTÅL, Anna, 2020, « Which factors affect willingness-to-pay for automated vehicle services? Evidence from public road deployment in Stockholm, Sweden », European Transport Research Review, 12, 20, https://doi.org/10.1186/s12544-020-00404-y.

[87] Idem.

[88] CARTENI, Armando, 2020, « The acceptability value of autonomous vehicles: A quantitative analysis of the willingness to pay for shared autonomous vehicles (SAVs) mobility services », Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, vol. 8, 100224, https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100224.

[89] LÉCUREUX, Benoît, BONNET, Adrien, MANOUT, Ouassim, BERRADA, Jaâfar, BOUZOUINA, Louafi, 2023, « Acceptance of shared autonomous vehicles : A literature review of stated choice experiments », Transportation Research Procedia, 72, 2738–2745, https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.815;

[90] BONNET, Adrien, 2023, Acceptabilité des véhicules partagés automatisés, ministère chargé des Transports et Institut Vedecom, Mobilités routières automatisées – connaissances partagées à destination des collectivités locales, https://urls.fr/NEryXo.

Projet « Sécurité Acceptabilité Mobilité Autonome » SAM

Site	Participants (Questionnaires complétés)	Expérience précédente avec le service automatisé	Service automatisé proposé en fonction du motif par scénario	Autres alternatives en fonction du motif par scénario
XP1-Dourdan-Massy	351	Non	Motif Loisirs : Navette automatisée	Motif Loisirs : Voiture personnelle, bus et covoiturage
XP4- Paris Rive Gauche	350	Non	Motif Correspondance : Navette Automatisée Motif Loisirs : Navette automatisée	Motif Correspondance : Bus et marche à pied Motif Loisirs : Vélo et marche à pied
XP7- Paris-Saclay	Panel Utilisateurs : 66 Panel non- Utilisateurs : 759	Oui/non selon le panel et le moment de réponse au questionnaire	Motif Domicile- Travail : Véhicule automatisé à la demande (VLAD) Motif Loisirs : Véhicule automatisé à la demande (VLAD) & Minibus automatisé (MINI)	Motif Domicile- Travail : Voiture, bus et vélo Motif Loisirs : Bus et vélo

Source : REJEB, Rim (Institut Vedecom), CIVA – Le consentement à payer pour un service de mobilité automatisé, 30 mai 2024.

(voiture, vélo, bus, marche, etc.), dont un mode automatisé (véhicule léger, navette, minibus). Chaque alternative était décrite par des attributs (partage du service, personnel à bord, temps d'attente, temps de trajet, coût). En faisant varier les niveaux de ces attributs, il a été possible de déterminer l'importance et l'impact de ces derniers sur les choix de transports des participants dans chaque scénario.

Pour l'étude à Dourdan-Massy, les participants devaient se projeter dans la réalisation d'un trajet de loisir du pôle de Longvilliers vers la gare de Massy en vue de prendre un TGV. Le deuxième cas a été imaginé à Paris Rive Gauche avec deux scénarios : une correspondance entre les gares d'Austerlitz et de Bercy, et un déplacement pour assister à un concert en partant de la gare d'Austerlitz. Le troisième cas étudié se déroulait sur le plateau de Paris-Saclay et testait deux scénarios : un trajet domicile-travail et un déplacement pour le loisir.

Rim Rejeb est revenue lors de l'atelier sur les résultats pour chaque cas. Elle a d'abord rappelé que le consentement à payer permet de monétariser des aspects non financiers, comme le temps de trajet. La valeur du temps correspond au montant qu'une personne est prête à payer pour réduire son temps de trajet, son temps d'attente, ou encore son temps d'accès au transport.

La comparaison des valeurs entre les différents modes de transport révèle les préférences des individus, un temps de trajet plus long étant en général perçu négativement. Si la personne est prête à payer plus pour réduire le temps de trajet dans un mode de transport particulier, cela indique donc une préférence moindre pour ce dernier.

Sur le plateau de Saclay, pour les trajets domicile-travail, les participants ont préféré la voiture (10 €/heure) aux véhicules légers automatisés (14 €/heure). Pour les trajets de loisir, le bus (9 € /heure) a été privilégié par rapport aux modes de transport automatisé, que ce soit le véhicule léger (15 €/heure) ou le minibus (11 €/heure). En termes de temps d'attente, ce dernier a été préféré au véhicule léger automatisé à la demande.

Concernant le site de Dourdan-Massy, les participants ont exprimé une préférence pour le trajet en navette automatisée (6 €/heure), comparé à la voiture (14 €/heure). Pour le temps d'attente, le bus a été mieux valorisé que la navette automatisée (4 €/heure contre 6 €/heure respectivement). À Paris Rive Gauche, les participants ont exprimé une préférence moindre pour la navette automatisée que pour le bus sur la correspondance entre les deux gares, et que pour le vélo sur le trajet de loisir.

Pour conclure, Rim Rejeb a souligné une contradiction entre deux terrains d'étude. À Paris-Saclay, les participants étaient prêts à payer 1,36 € pour qu'un opérateur ne soit pas dans le véhicule automatisé. Au contraire, ils consentaient à dépenser près de 1 € pour s'assurer de la présence d'un opérateur à bord de la navette automatisée à Paris Rive Gauche.

Ces résultats soulignent ainsi que les services automatisés de mobilité partagée ne sont pas encore considérés en général comme des alternatives intéressantes par rapport aux modes de transport conventionnels. Par ailleurs, les préférences des individus pour ces nouvelles solutions de mobilité varient selon le contexte d'utilisation (motif du trajet, localisation, autres modes disponibles, etc.).

[91] Atelier 26, 30/05/2024.



LES POINTS À RETENIR :

1. Les autorités organisatrices de la mobilité (AOM) se trouvent financièrement dans l'impasse face à l'explosion des coûts des transports publics ces dernières années. Leur financement repose essentiellement sur le versement mobilité qui est inadapté aux AOM rurales. Par ailleurs, il ne suffit pas à répondre au mur de dépenses à venir d'ici 2030 pour investir et faire fonctionner des transports du quotidien.

2. Si l'automatisation présente des opportunités pour améliorer le transport public, l'enjeu central est donc de définir un modèle économique viable pour les collectivités. Des analyses exploratoires du comité STPA et de la DGITM mettent en lumière la pertinence économique des services automatisés, comparés aux services conventionnels, mais sous certaines conditions (maturité technologique, nombre d'intervenants à distance et terrain, mutualisation des ressources, etc.).

3. La Communauté s'est en outre interrogée en 2024 sur les divers effets, positifs et négatifs, de la conduite automatisée sur la nature et la société. Elle a ainsi dressé une liste des principales externalités environnementales et sociales générées par le déploiement de véhicules automatisés partagés. Elle a également mis à jour et étendu le *business model canvas* d'un opérateur de navettes et de bus automatisés aux différents coûts et bénéfices sociaux et environnementaux de ces services.

4. L'évaluation des impacts économiques, sociaux et environnementaux est cruciale afin de déterminer si le déploiement de véhicules automatisés partagés contribue à une mobilité plus durable et inclusive. Les résultats des évaluations socio-économiques pour le projet SAM montrent que les navettes et les bus automatisés ont des effets plus positifs, contrairement aux robots-taxis, en réduisant les véhicules en circulation et en élargissant l'accès aux transports en commun.

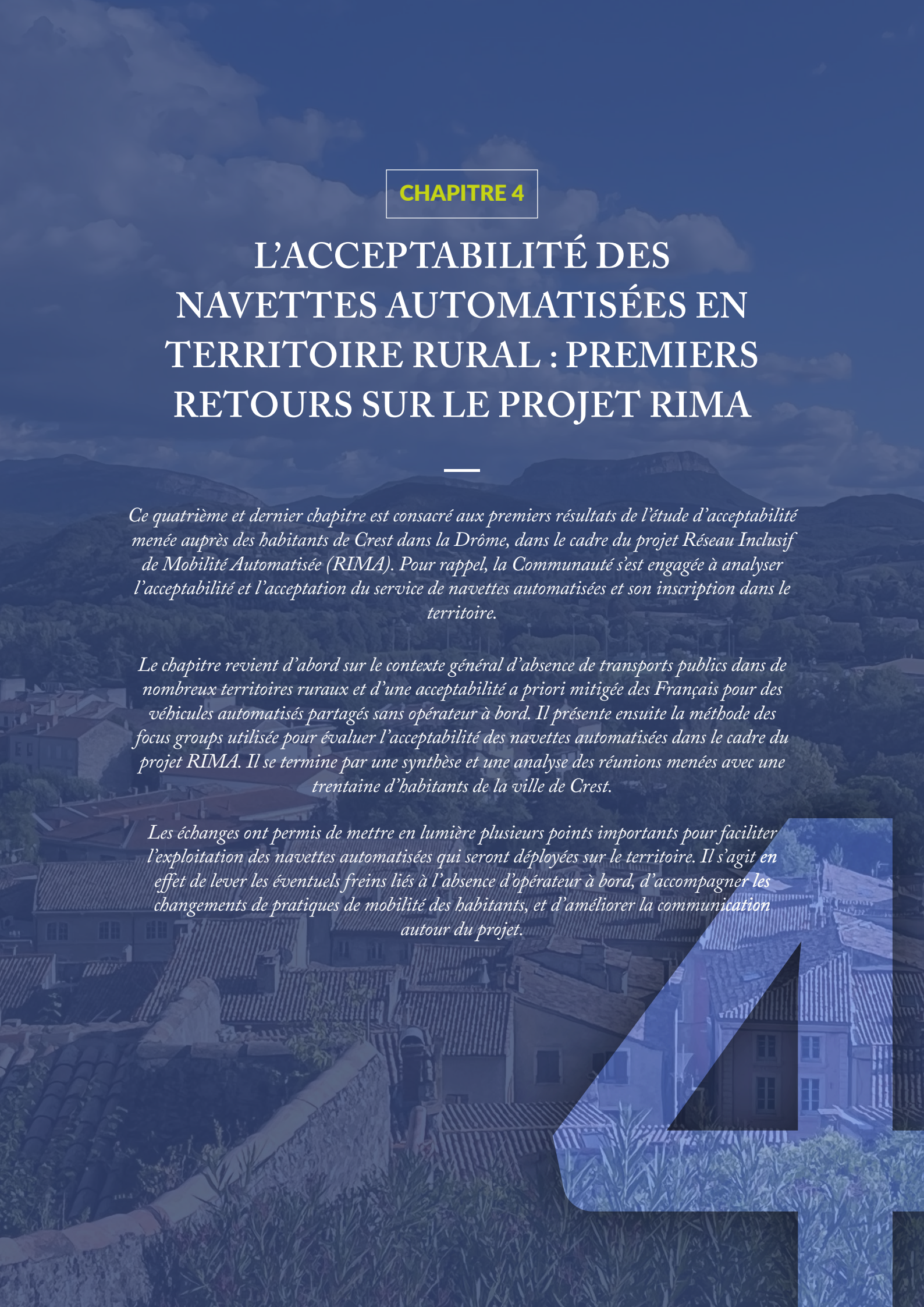
CHAPITRE 4

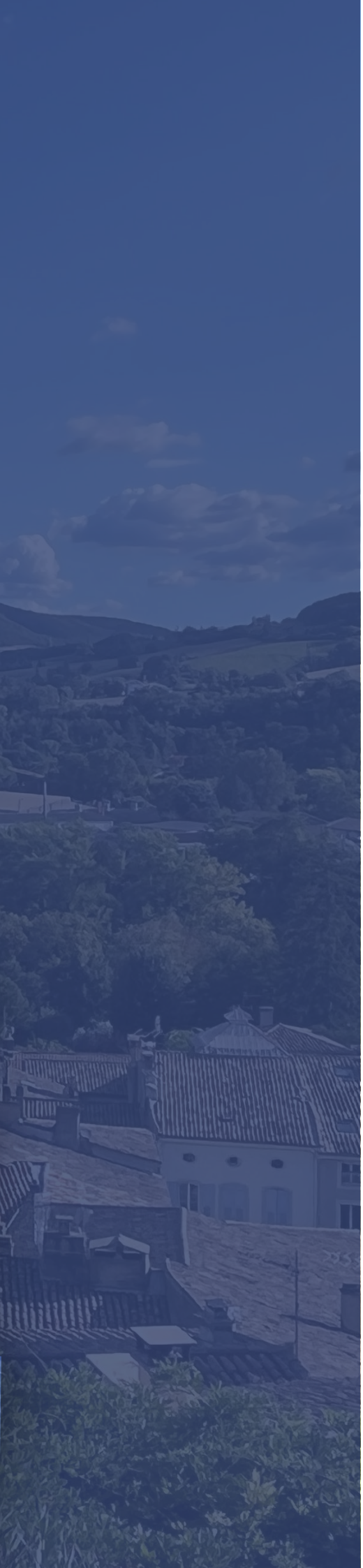
L'ACCEPTABILITÉ DES NAVETTES AUTOMATISÉES EN TERRITOIRE RURAL : PREMIERS RETOURS SUR LE PROJET RIMA

Ce quatrième et dernier chapitre est consacré aux premiers résultats de l'étude d'acceptabilité menée auprès des habitants de Crest dans la Drôme, dans le cadre du projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA). Pour rappel, la Communauté s'est engagée à analyser l'acceptabilité et l'acceptation du service de navettes automatisées et son inscription dans le territoire.

Le chapitre revient d'abord sur le contexte général d'absence de transports publics dans de nombreux territoires ruraux et d'une acceptabilité a priori mitigée des Français pour des véhicules automatisés partagés sans opérateur à bord. Il présente ensuite la méthode des focus groups utilisée pour évaluer l'acceptabilité des navettes automatisées dans le cadre du projet RIMA. Il se termine par une synthèse et une analyse des réunions menées avec une trentaine d'habitants de la ville de Crest.

Les échanges ont permis de mettre en lumière plusieurs points importants pour faciliter l'exploitation des navettes automatisées qui seront déployées sur le territoire. Il s'agit en effet de lever les éventuels freins liés à l'absence d'opérateur à bord, d'accompagner les changements de pratiques de mobilité des habitants, et d'améliorer la communication autour du projet.





p. 186

PARTIE 1

L'ABSENCE DE TRANSPORTS PUBLICS DANS LES TERRITOIRES RURAUX ET L'ACCEPTABILITÉ A PRIORI MITIGÉE POUR DES NAVETTES AUTOMATISÉES

p. 196

PARTIE 2

ÉVALUER L'ACCEPTABILITÉ ET L'ACCEPTATION DES NAVETTES AUTOMATISÉES DANS LE PROJET RIMA

p. 200

PARTIE 3

SYNTHÈSE ET ANALYSE DES ÉCHANGES AVEC LES HABITANTS DE CREST

✦

L'ABSENCE DE TRANSPORTS PUBLICS DANS LES TERRITOIRES RURAUX ET L'ACCEPTABILITÉ A PRIORI MITIGÉE DES NAVETTES AUTOMATISÉES

L'accès aux transports publics en milieu rural reste une problématique centrale pour de nombreux habitants, confrontés à un manque d'alternatives à la voiture individuelle. Cette situation renforce les inégalités territoriales et limite les possibilités de déplacement, impactant la vie sociale, l'accès aux services publics et à l'emploi. Face à ces difficultés, les navettes automatisées peuvent être envisagées comme une solution permettant d'améliorer la mobilité dans les territoires peu denses. Toutefois, leur adoption suscite des réticences, notamment en cas d'absence d'opérateur à bord des véhicules et en raison des changements qu'elles impliquent dans les habitudes de déplacement.

Cette première partie propose d'examiner ces enjeux en trois temps. D'abord, elle passe en revue plusieurs études récentes mettant en lumière le manque de transport public dans les territoires ruraux et les conséquences négatives pour leurs habitants. Elle s'intéresse ensuite à plusieurs baromètres qui montrent l'intérêt des Français pour les navettes automatisées, mais soulignent aussi des réticences a priori, notamment chez les personnes plus âgées, concernant leur utilisation sans opérateur à bord. Enfin, elle revient sur les enseignements tirés de plusieurs expérimentations de véhicules automatisés permettant de mieux comprendre les leviers favorisant leur adoption.

Des études récentes confirmant le manque de transports publics dans les territoires ruraux

La question de l'accès aux transports publics dans les territoires ruraux constitue un enjeu fondamental pour la mobilité quotidienne des habitants concernés. Alors que de nouvelles solutions de transport, notamment automatisées, sont expérimentées en milieu rural pour combler ce déficit, il convient d'abord de dresser un constat précis de la situation actuelle. Deux études récentes, réalisées en 2024 par les associations Wimoov et l'UFC-Que Choisir, permettent d'éclairer cette problématique en détaillant à la fois l'insuffisance structurelle de l'offre de transports publics et ses conséquences concrètes sur les populations rurales.

Un déficit structurel d'accès aux transports publics

Selon la 3e édition du Baromètre des mobilités du quotidien, publié par Wimoov[1] en juin 2024 à partir d'une enquête réalisée auprès de 12 387 répondants représentatifs de la population française, les inégalités territoriales en matière de mobilité sont particulièrement marquées entre les zones urbaines et rurales. Ainsi, 45 % des Français déclarent ne pas avoir le choix entre plusieurs modes de transport pour effectuer leurs déplacements quotidiens.

[1] DEVILLER, Estelle, 18/06/2024, « Baromètre des Mobilités du Quotidien – 3e édition », Wimoov, https://urls.fr/z5L8kW.

Cette absence d'alternatives varie très fortement selon le type de territoire considéré : si 79 % des habitants des grandes métropoles bénéficient d'une pluralité d'offres, cette proportion chute à 55 % dans les grands pôles urbains, à 38 % dans les petites et moyennes villes, puis à seulement 21 % dans les couronnes périurbaines, pour atteindre 27 % dans les communes rurales isolées.

Cette faible diversité de solutions alternatives à la voiture individuelle s'accompagne d'un recul significatif de la connaissance des services existants, tels que les transports collectifs urbains, le covoiturage, les vélos ou véhicules en libre-service, les taxis ou les voitures de transport avec chauffeur (VTC).

L'étude révèle notamment que, parmi les personnes déclarant ne pas avoir de choix en matière de mobilité, 12 % admettent ignorer si des solutions de mobilité alternatives existent à proximité de leur domicile. Cette méconnaissance constitue en soi un frein à l'usage des solutions existantes, limitant ainsi leur adoption effective et compromettant leur développement à plus long terme.

Ces constats sont confirmés par une autre étude réalisée en novembre 2024 par l'UFC-Que Choisir[2], qui apporte des données précises sur les caractéristiques concrètes de ce déficit d'accès aux transports publics. Selon cette étude, environ 17,4 % de la population française, soit près de 11 millions de personnes, ne disposent pas d'un arrêt de transport public à moins de dix minutes à pied de leur domicile, ce nombre montant à 85,3 % pour les transports ferrés.

Cette insuffisance se révèle particulièrement aiguë dans les territoires ruraux. En effet, 13 880 communes françaises, soit 40 % du total des communes, ne disposent d'aucun arrêt de bus (voir figure 1). Ces communes regroupent plus de 5 millions d'habitants, représentant 8 % de la population nationale. Il s'agit majoritairement de petites communes, avec une population moyenne de 379 habitants.

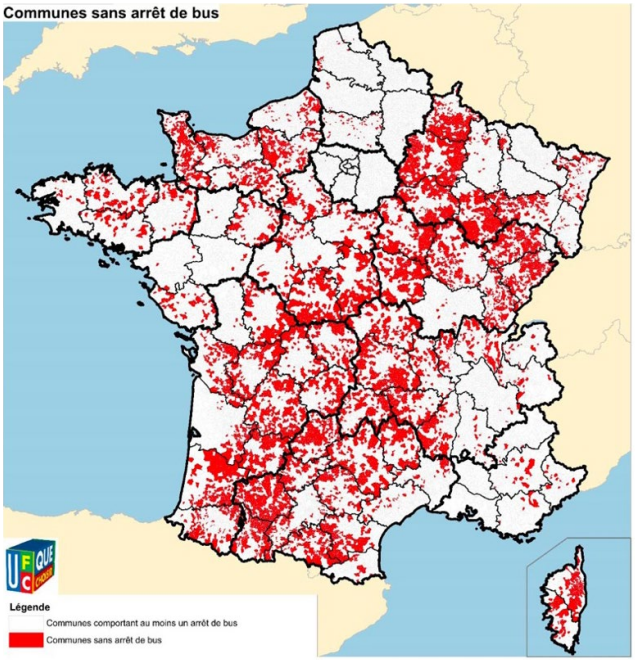


Figure 1 : UFC-Que Choisir, Carte des communes sans arrêts de bus en France métropolitaine, novembre 2024, p. 14

À ce déficit de couverture territoriale s'ajoute une offre de transport public largement inadaptée aux réalités locales, caractérisée par des fréquences de passage très faibles et une absence presque systématique d'intermodalité, c'est-à-dire de lien avec les autres modes (bus, trains, vélos). L'étude de l'UFC-Que Choisir précise également que 3,5 millions d'habitants, représentant 5,3 % de la population métropolitaine, vivent dans des zones où l'offre de transport est quasiment inexistante.

Enfin, l'association pointe un problème structurel de financement[3], reposant principalement sur le versement mobilité, une taxe prélevée sur les entreprises d'au moins 11 salariés situées sur le territoire couvert par l'autorité organisatrice de la mobilité. Or, en milieu rural, la densité économique est structurellement faible, limitant considérablement les moyens dont disposent les collectivités locales pour mettre en place ou améliorer les infrastructures et les services de mobilité.

[2] UFC-Que Choisir, 26/11/2024, Accès aux transports en commun - L'UFC-Que Choisir dévoile les « zones blanches », Service des études, https://urls.fr/JOvHGE.

[3] Sur cette question du financement des transports collectifs, voir la partie 1 du chapitre 3 de ce rapport, pages ?.



Des conséquences économiques et sociales importantes pour les populations rurales

Ces déficits structurels entraînent des conséquences concrètes lourdes sur la vie quotidienne des habitants des territoires ruraux. L'enquête de Wimoov révèle ainsi qu'en l'absence d'offres alternatives à la voiture individuelle, une partie importante de la population se trouve en situation de précarité mobilité. Cette dernière touche aujourd'hui en moyenne 19,5 % des Français, dont 23,5 % des habitants de communes de densité faible ou intermédiaire et 33 % de ceux des communes « hors attraction des villes ».

Elle se décline aussi en précarité carburant (10 % de la population en moyenne, 16 % pour les communes rurales), en vulnérabilité mobilité (9,5 % en moyenne, 16 % pour les communes rurales), et en dépendance forte à la voiture individuelle (11,5 % en moyenne, 24 % pour les communes rurales). Cette vulnérabilité s'est accentuée notamment en raison des hausses importantes du prix des carburants, face auxquelles 37 % des automobilistes n'ont pas réduit leur usage de la voiture, faute d'autres solutions disponibles.

En outre, cette précarité se traduit par un nombre élevé de renoncements à des trajets pourtant essentiels au quotidien : 40 % des répondants affirment avoir déjà renoncé à un déplacement important au cours des cinq dernières années, notamment des visites à des proches (17 %), des rendez-vous médicaux (14 %), des démarches administratives (11 %), des activités de loisirs ou sportives (15 %), et même à des opportunités professionnelles, 9 % des répondants ayant dû refuser un entretien pour une offre d'emploi ou une opportunité en raison de difficultés de transport.

Ces conséquences économiques et sociales sont aggravées par le coût élevé associé à la possession et à l'usage d'un véhicule individuel, particulièrement en milieu rural où la voiture reste souvent indispensable faute de transports collectifs accessibles. Outre les difficultés économiques directes, cette dépendance automobile accentue l'impact environnemental des déplacements quotidiens.

L'étude de l'UFC-Que Choisir estime notamment que la réduction de l'usage de la voiture au profit d'alternatives, comme les transports publics ou le vélo, pourrait éviter l'émission de 6 millions de tonnes de CO_2 chaque année. Par ailleurs, le modèle de financement actuel des transports publics, insuffisant en territoire rural en raison d'un versement mobilité trop faible et inadapté, empêche la mise en place d'infrastructures adéquates et pérennes. Cette insuffisance accentue ainsi durablement les inégalités d'accès à la mobilité entre les territoires urbains et ruraux.

Face à ces constats précis, dressés par ces deux études récentes et complémentaires, il apparaît indispensable de repenser profondément les politiques publiques en faveur de la mobilité rurale. Il s'agit notamment d'accroître les financements destinés aux territoires peu denses, de diversifier l'offre de transport disponible et d'améliorer l'information sur les solutions existantes.

L'enjeu est à la fois économique, social et environnemental, mais aussi fondamentalement lié à l'équité territoriale, condition nécessaire à l'inclusion réelle des territoires ruraux et de leurs habitants dans les dynamiques sociales et économiques contemporaines.

Un intérêt des Français pour les navettes automatisées mais des réticences à leur usage en milieu rural et sans opérateur à bord

Plusieurs baromètres publiés en 2024 mettent en avant qu'une majorité de Français est intéressée par les navettes automatisées, pour changer leur manière de se déplacer et utiliser plus souvent les transports en commun. Elles sont néanmoins encore perçues comme moins adaptées pour les territoires ruraux. Par ailleurs, l'utilisation de services de transport en commun automatisés sans opérateur à bord suscite des réticences a priori, notamment parmi les personnes de plus de 65 ans.

L'intérêt pour les navettes automatisées

Les résultats du 4e baromètre de la Macif et de l'Institut Vedecom sur l'acceptabilité du véhicule automatisé par les Français, sorti en mars 2024[4], font ressortir les mêmes difficultés de déplacement que les enquêtes de Wimoov et de l'UFC-Que Choisir citées précédemment. 24 % des Français aimeraient utiliser plus souvent les transports en commun, notamment pour des raisons écologiques, mais 80 % des habitants des zones rurales déclarent être dépendants de leur véhicule personnel pour se déplacer.

Face à cette situation, 3 Français sur 4 voient une utilité à la navette automatisée partagée dans divers contextes, notamment pour la desserte du premier et du dernier kilomètre (64 %), une desserte temporaire (62 %), ou le remplacement d'une ligne existante (60 %). Ils sont par exemple 74 % à juger pertinent de réutiliser d'anciennes infrastructures ferroviaires pour y déployer des services de navettes automatisées.

Cependant, l'utilisation d'une navette sans conducteur pour du transport collectif est jugée plus utile dans les grandes villes (22 %) que dans les villages (18 %). Dans l'ensemble, les personnes déclarant habiter à la campagne envisagent moins les différents types de trajets avec cette solution de mobilité. Elles sont également plus nombreuses à trouver important d'avoir un arrêt à proximité du lieu de départ de la navette.

Cet écart peut s'expliquer par une moindre connaissance des véhicules automatisés par les habitants des territoires ruraux, alors que l'acceptabilité est étroitement liée à l'expérience de la technologie. Selon le baromètre Macif-Vedecom, les personnes ayant déjà vu ou utilisé un véhicule automatisé se projettent en effet davantage dans une utilisation régulière de ce type de solution de mobilité. Par ailleurs, si l'intérêt pour les navettes automatisées existe, l'acceptabilité des services sans opérateur à bord est moins évidente et constitue un défi à relever.

[4] Macif et Institut Vedecom, 20/03/2024, 4ème édition du baromètre Macif-Vedecom, Les Français et le Véhicule Automatisé, Mobilité des villes & mobilité des champs : comment les Français abordent-ils le défi des transports ? La navette automatisée, une solution pour demain ?, communiqué de presse, Paris, https://urls.fr/s4D_Ni.

5E BAROMÈTRE MACIF-VEDECOM D'ACCEPTABILITÉ DU VÉHICULE AUTOMATISÉ : LES FRANÇAIS VEULENT SE DÉPLACER AUTREMENT, MAIS COMMENT ?[5]

Le 5ème baromètre de la Macif et de l'Institut Vedecom d'acceptabilité du véhicule automatisé, dévoilé en février 2025, révèle une évolution des attentes et des pratiques des Français en matière de mobilité. Cette cinquième édition du baromètre a été réalisée auprès d'un panel représentatif de la population française (genre, âge, répartition géographique) constitué de 2530 personnes. Le questionnaire a été administré du 16 au 21 octobre 2024.

Une prise de conscience et une envie de changement

Les Français expriment d'abord une véritable envie de changement :

- 56 % des conducteurs estiment trop utiliser leur véhicule personnel ;
- 22 % des Français interrogés souhaitent utiliser plus souvent les transports en commun, en baisse de 2 points par rapport à 2023.

Des obstacles demeurent néanmoins, près d'un conducteur sur quatre ayant déjà renoncé à certains déplacements en raison des difficultés de stationnement (53 %), des conditions de circulation (43 %) et du coût des trajets (40 %). D'autres facteurs, tels que la fatigue (31 %) et le manque d'envie de conduire (29 %), jouent également un rôle dans le renoncement de certains conducteurs à se déplacer.

Mobilité en zones rurales : une équation à résoudre

Les habitants des zones rurales restent les plus impactés par le manque d'alternative à la voiture, puisque 74 % d'entre eux affirment ne pas avoir le choix dans leur mode de déplacement. Certaines destinations clés restent ainsi difficilement accessibles, comme les services administratifs (43 %), les établissements culturels et de loisirs (40 %) et les services de santé (34 %).

Les navettes automatisées : de l'intérêt mais aussi des idées reçues

Les navettes automatisées suscitent toujours un intérêt avec 65 % des répondants qui considèrent comme utile le déploiement d'une navette automatisée dans leur commune. Néanmoins, des idées reçues persistent autour de ces solutions innovantes de mobilité :

- 72 % des Français pensent, à tort, qu'elles ne seront déployées qu'en ville, cette proportion montant à 80 % chez les habitants des zones rurales ;
- 62 % redoutent une destruction d'emplois, alors qu'elles pourraient en créer dans les domaines de la supervision, de la maintenance et de l'accompagnement des usagers.

Vers une mobilité plus accessible et durable

Ce 5e baromètre confirme une fois encore le besoin d'améliorer l'accès à la mobilité en zone rurale. Le déploiement de navettes automatisées, en complément du covoiturage et de l'autopartage, pourrait réduire la dépendance à la voiture individuelle et les émissions de CO2. Le baromètre souligne également que l'acceptabilité des navettes progresse avec l'expérience du service et qu'elles pourraient répondre aux besoins concrets des Français en offrant de nouvelles solutions de mobilité.

[5] Macif et Institut Vedecom, 27/02/2025, 5ème baromètre Macif & Vedecom, Les Français et le Véhicule Automatisé, Mobilité des Français : une envie de changement, des obstacles persistants, communiqué de presse, Paris.

Des réticences a priori concernant l'usage de navettes sans opérateur à bord

L'acceptabilité des véhicules fortement automatisés (niveau 4), uniquement supervisés à distance, est encore incertaine. Malgré l'intérêt manifeste pour ces solutions de transport innovantes, les Français expriment des réticences lorsqu'il s'agit de se prononcer sur l'utilisation de navettes ou de bus sans opérateur à bord.

Une étude réalisée par Harris Interactive fin 2024[6] sur le transport routier automatisé et les véhicules à délégation de conduite, montre en effet qu'ils sont un peu moins ouverts qu'avant à l'usage d'un service de transport en commun automatisé. Moins des deux tiers d'entre eux (61 %) se déclarent prêts à utiliser une navette ou un bus automatisé sans opérateur à bord, une proportion en légère baisse par rapport à l'année précédente (64 % en 2023).

L'absence d'humain au sein des navettes automatisées constitue un « frein majeur »[7] à leur utilisation. En effet, 39 % des Français sont réfractaires à l'idée d'utiliser un transport en commun automatisé sans aucun opérateur à bord. La possibilité de contacter un intervenant à distance, capable d'aider ou de répondre aux besoins d'information des passagers tout au long du trajet, ne semble pas non plus suffisante. Seulement 8 % des réfractaires déclarent que cette possibilité les inciterait à utiliser une navette ou un bus fortement automatisé.

Cette réticence à l'usage des navettes fortement automatisées est particulièrement marquée chez les personnes âgées de 65 ans et plus, qui figurent parmi les plus sceptiques à l'égard de ces technologies. 53 % d'entre elles affirment ne pas être prêtes à emprunter ces services, contre 81 % des moins de 35 ans enclins à utiliser ces nouvelles solutions de mobilité.

La méfiance générale des seniors s'explique notamment par l'absence d'humain dans les véhicules. En effet, 95 % des seniors réfractaires aux navettes et aux bus automatisés sans opérateur à bord disent toujours refuser d'utiliser le service malgré la possibilité de communiquer avec une personne à distance. La réticence à l'égard des services fortement automatisés est aussi très marquée parmi les personnes qui n'utilisent pas les transports en commun.

Par ailleurs, l'étude confirme que l'acceptabilité des navettes automatisées est globalement plus forte en milieu urbain qu'en territoire peu dense. 59 % des Français se déclarent favorables à utiliser ces services en centre-ville, mais cette proportion tombe à 55 % en zone périurbaine et à 49 % en milieu rural. Ils perçoivent aussi davantage l'utilité des navettes et de bus automatisés dans des espaces dédiés (sites privés, voies réservées) que dans la circulation normale, où les incertitudes sont plus nombreuses.

Ces différents baromètres se concentrent sur l'acceptabilité a priori des Français vis-à-vis des navettes automatisées. Or, l'augmentation des déploiements de véhicules sans conducteur sur les routes, ainsi qu'une meilleure communication sur la sécurité et leurs bénéfices concrets, peut favoriser l'adoption de ces nouveaux services de mobilité, comme le suggèrent les retours de plusieurs expérimentations.



© beti - Alpcat Médias

[6] Étude Toluna Harris Interactive pour le ministère du Partenariat avec les territoires et de la Décentralisation, réalisée à partir d'une enquête en ligne du 14 au 17 octobre 2024 auprès d'un échantillon de 1024 personnes représentatif des Français âgés de 18 ans et plus. LÉVY, Jean-Daniel, POTÉREAU, Julien, BELAGHENE, Yanis, décembre 2024, Transport routier automatisé et véhicules à délégation de conduite : le regard des Français en 2024.

[7] Ibid., p. 6.

Des retours d'expérience intéressants sur les leviers d'adoption des navettes automatisées par les usagers

L'acceptabilité des navettes automatisées partagées repose sur une interaction complexe entre la perception des usagers, l'implication des parties prenantes et l'adéquation aux besoins des territoires. Les expérimentations menées à l'échelle européenne et internationale offrent des enseignements précieux sur les facteurs facilitant ou freinant l'adoption par les usagers des navettes automatisées.

En s'appuyant sur les études d'acceptabilité menées dans le cadre des projets AVENUE et SHOW, ainsi que sur des services testés en Australie, aux États-Unis et en Suède, il est possible d'identifier trois leviers essentiels d'adoption des navettes automatisées : la connaissance et l'expérience du service, l'engagement des parties prenantes, et la gestion des réticences causées par le partage du véhicule et l'absence d'opérateur à bord.

La connaissance et l'expérience, un facteur clé d'acceptabilité

Les retours d'expérience montrent d'abord que la connaissance des navettes automatisées contribue à une meilleure acceptabilité de la part des futurs usagers. Dans les expérimentations du projet AVENUE, menées dans plusieurs villes européennes (Genève, Lyon, Luxembourg et Copenhague), les personnes ayant testé les navettes automatisées ont amélioré leur perception de la sécurité, du confort et de la fiabilité des véhicules automatisés[8]. À l'inverse, les non-utilisateurs sont demeurés globalement plus méfiants et sceptiques.

Autrement dit, les individus initialement dubitatifs ont progressivement développé une confiance dans les navettes automatisées, notamment grâce à l'expérimentation du service. Plus globalement, l'étude a souligné que le fonctionnement fluide des véhicules, la présence (ou non) d'un opérateur à bord, ainsi que le respect des normes de sécurité sont des facteurs qui influencent l'acceptabilité des véhicules automatisés partagés.

Une tendance similaire a été observée en Floride, où une étude a été menée sur l'utilisation de navettes automatisées par des seniors (50 ans et plus). Elle a révélé que l'intention d'utiliser les services, la confiance et la perception de la sûreté augmentaient de manière significative après l'utilisation des navettes automatisées[9]. Dans ce sens, l'acceptabilité dépend fortement de la qualité de l'expérience utilisateur : un service mal conçu, des arrêts mal situés ou des difficultés techniques peuvent, à l'inverse, entrainer des réticences des usagers.

L'expérimentation à Monheim am Rhein en Allemagne de navettes automatisées dans le cadre du projet SHOW a mis en évidence l'importance d'un retrait progressif de l'opérateur à bord afin de favoriser l'acceptabilité[10]. La présence de ce dernier a permis de rassurer les utilisateurs et de faciliter leur adoption du service. À l'inverse, la suppression totale de l'opérateur à bord dès le début est un facteur de rejet. Il est donc préférable d'adopter une stratégie d'accompagnement progressif à l'utilisation de navettes automatisées entièrement supervisées à distance.

L'engagement des parties prenantes, un levier indispensable

L'acceptabilité des navettes automatisées ne repose pas uniquement sur l'expérience individuelle des usagers, mais aussi sur la manière dont la population et les acteurs locaux s'approprient ces nouvelles solutions de mobilité. Le projet SHOW a montré que l'adoption de services de navettes automatisées passe par une implication proactive des collectivités locales, des opérateurs de transport et des citoyens.

[8] DUFFNER-KORBEE, Dorien, NADERER, Gabriele, LIEBHAUSER, Niklas, FOURNIER Guy, 2024, « Social Impact Assessment: Changing Mobility Behaviour by Understanding Customer Needs and Attitudes », in Automated Vehicles as a Game Changer for Sustainable Mobility. Learnings and Solutions, ed. by Guy Fournier, Adrian Boos, Dimitri Konstantas and Danielle Attias, Cham: Springer Nature Switzerland, Contributions to Management Science, p. 361-391, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_15.

[9] CLASSEN, Sherrilene, VANDEWEERD, Carla, STETTEN, Nichole, HWANGBO Seung Woo, WINTER, Sandra, LI, Yuan, 14/02/2024, Assessing Safety and Mobility Benefits of Autonomous Ride Sharing Services, University of Florida, Florida Department of Transportation (FDOT), https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/74844.

[10] BARTHELMES, Lukas, GÖRGÜLÜ, Mehmet Emre, KAGERBAUER, Martin, 2024, Wissenschaftliche Begleitung der Easy-Mile-Busse in Monheim am Rhein – Ergebnisbericht, Institut für Verkehrswesen, Karlsruher Institut für Technologie, https://urls.fr/z88AX6.

Trois approches ont été mises en œuvre sur plusieurs sites d'expérimentation pour mobiliser ces différentes parties prenantes[11] :

- un idéathon à Pörtschach, en Autriche, qui a permis à des citoyens de réfléchir pendant une journée à des pistes pour améliorer le design des navettes, la connexion avec les transports et l'hybridation du service pour le transport de passagers et de marchandises ;
- un hackathon à Thessalonique, en Grèce, où des étudiants, des développeurs informatiques et des chercheurs se sont réunis pendant trois jours pour trouver des solutions innovantes à l'intégration des véhicules automatisés dans le réseau de transport public existant ;
- un atelier MAMCA (Multi-Actor Multi-Criteria Analysis) à Tampere, en Finlande, qui a réuni des collectivités locales, des entreprises et des citoyens afin de définir des critères adaptés aux attentes du territoire pour évaluer différentes alternatives.

Ces initiatives mettent en exergue que l'acceptabilité dépend fortement du degré d'engagement des parties prenantes. Lorsque les citoyens et les acteurs locaux sont impliqués dès la conception du projet, les réticences sont moindres et l'adoption est plus rapide. Cette approche collaborative est d'autant plus essentielle en milieu rural, où le manque d'alternatives de transport et la dépendance à la voiture individuelle rendent les changements plus complexes à mettre en œuvre.

Gérer « l'anxiété du partage » et « le vide d'autorité » à bord

Si les résultats des expérimentations montrent une progression en général de l'acceptabilité des véhicules automatisés, certaines réticences structurelles à leur utilisation peuvent néanmoins persister chez certains individus. Une récente thèse[12] met en lumière une diversité de facteurs qui influencent l'adoption de navettes automatisées par des utilisateurs en Australie et en Suède.

Elle identifie deux principaux obstacles qui réduisent la confiance des usagers et leur volonté d'utiliser ces solutions de transport avec d'autres : « le vide d'autorité » (authority vacuum) quant au fait de ne pas savoir qui a le contrôle du véhicule automatisé, et « l'anxiété du partage » (sharing anxiety), désignant l'inconfort ressenti par les usagers devant partager le trajet avec des étrangers, d'autant plus fort lorsqu'il n'y a pas d'opérateur à bord.

Ce phénomène est particulièrement marqué parmi les personnes âgées et les populations peu familières avec les nouvelles technologies. Elles tendent à exprimer une plus grande crainte face à l'absence d'un humain et à l'interaction avec des inconnus au sein de véhicules automatisés. L' étude d'Harris Interactive évoquée précédemment confirme le rejet marqué, chez les personnes de 65 ans et plus, des services de transport en commun automatisé sans opérateur à bord[13].

Finalement, ces différents retours d'expérience montrent un potentiel d'adoption important pour ces nouvelles solutions de mobilité automatisées partagées. Néanmoins, ils soulignent aussi des freins à surmonter pour leur déploiement à l'échelle. La connaissance et l'utilisation de navettes automatisées améliorent significativement la perception des usagers à l'égard du service.

De même, l'implication des différentes parties prenantes est un facteur déterminant de leur acceptabilité : les approches participatives mises en œuvre dans le cadre de SHOW ont souligné qu'elle est bien plus élevée lorsque les citoyens et les acteurs locaux sont intégrés dès le départ aux expérimentations de véhicules automatisés partagés.

Certaines réticences, notamment liées à l'absence d'un opérateur à bord et à l'anxiété du partage du véhicule, nécessitent enfin des stratégies adaptées pour être surmontées. Des phases d'expérimentation encadrées, une communication renforcée et un accompagnement progressif du retrait de l'opérateur à bord peuvent faciliter le déploiement durable de services de navettes automatisées partagées dans les territoires.

[11] GRANDSART, Delphine, BULANOWSKI, Kathryn, CORNET, Henriette, DEBBAGHI, Fatima-Zahra, LOUKEA, Matina, GKEMOU, Maria, SCHOISWOHL, Petra, PUTREJ, Walter, 2025, « Stakeholders' Engagement in Shared Automated Mobility : A Comparative Review of Three SHOW Approaches », in Shared Mobility Revolution. Pioneering Autonomous Horizons, ed. by Henriette Cornet et Maria Gkemou, Cham: Springer Nature Switzerland, Lecture Notes in Mobility, p. 161-176, https://doi.org/10.1007/978-3-031-71793-2_10.

[12] DOLINS, Sigma, 2024, Together, We Can Get Somewhere. Exploring potential factors for the implementation of shared, autonomous public transport, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, https://urls.fr/p8xKzN.

[13] Étude Toluna Harris Interactive pour le ministère du Partenariat avec les territoires et de la Décentralisation, réalisée à partir d'une enquête en ligne du 14 au 17 octobre 2024 auprès d'un échantillon de 1024 personnes représentatif des Français âgés de 18 ans et plus. LÉVY, Jean-Daniel, POTÉREAU, Julien, BELAGHENE, Yanis, décembre 2024, Transport routier automatisé et véhicules à délégation de conduite : le regard des Français en 2024.

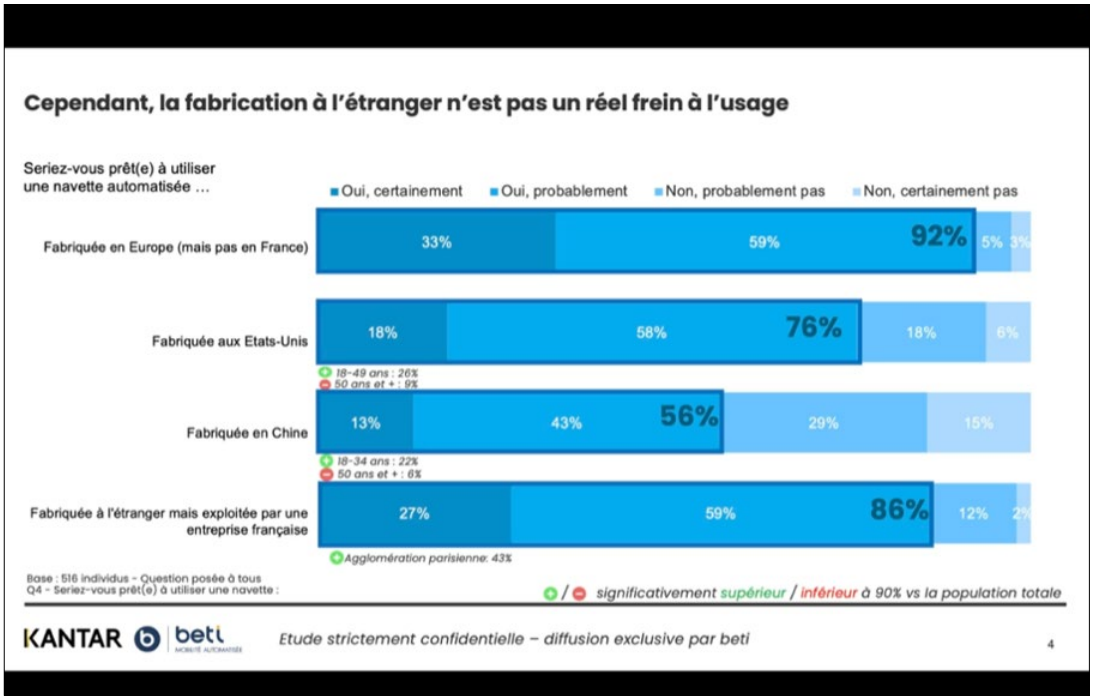
L'ACCEPTABILITÉ DES TECHNOLOGIES ÉTRANGÈRES DE CONDUITE AUTOMATISÉE EN QUESTION [14]

Si l'innovation progresse, l'acceptabilité des technologies de conduite automatisée reste un enjeu clé, notamment lorsque celles-ci sont d'origine étrangère. Une étude réalisée par l'institut Kantar pour l'opérateur de mobilité automatisée beti en avril et mai 2024 a examiné l'opinion des Français sur l'adoption de solutions de conduite automatisée en fonction de leur provenance. Les résultats sont révélateurs :

- 76 % des Français intéressés par les navettes automatisées estiment qu'il est important qu'elles soient fabriquées en France, cette préférence pour le « made in France » s'expliquant par une volonté de garantir la maîtrise technologique et la souveraineté industrielle ;
- 86 % des Français intéressés sont plus enclins à accepter une technologie étrangère si l'opérateur du service reste français, cette exigence étant particulièrement forte dans le transport public, où la confiance et la sécurité des passagers sont primordiales.

Cette distinction entre le fournisseur de la technologie et l'opérateur du service est un élément clé pour comprendre l'acceptabilité des solutions de mobilité routière automatisée. En effet, si les démonstrations de technologies étrangères, comme les navettes de la startup chinoise WeRide lors du tournoi de tennis de Roland-Garros en mai 2024, ont suscité beaucoup d'intérêt, l'acceptabilité de ces solutions reste à observer sur le long terme.

L'avenir de la mobilité routière automatisée passera donc autant par la technologie que par la capacité des acteurs français à assurer son exploitation. Autrement dit, l'un des défis majeurs sera de démontrer la fiabilité et la sécurité des solutions étrangères de conduite automatisée déployées dans des environnements de transport public en France.



[14] Les éléments de cet encadré sont tirés de l'étude réalisée au printemps 2024 par Kantar pour beti sur l'acceptabilité de la navette automatisée, et présentée par Benjamin Beaudet (beti) lors de l'atelier 27 de la CIVA du 20/06/2024.



© beti - Alpcat Médias



ÉVALUER L'ACCEPTABILITÉ ET L'ACCEPTATION DES NAVETTES AUTOMATISÉES DANS LE PROJET RIMA

Le concept d'acceptabilité explique comment l'individu se projette dans l'utilisation d'une technologie qu'il n'a pas encore testée. L'acceptabilité permet de faire un pronostic d'usage, et de comprendre comment les individus évaluent les coûts et les bénéfices relatifs à cette technologie. L'acceptation renvoie plutôt à l'intention d'usage de la technologie une fois que l'usager a testé cette dernière dans un contexte précis[15].

Les processus d'acceptabilité et d'acceptation reposent ainsi sur un ensemble de représentations, de valeurs, des croyances et de normes sociales, autrement dit des attitudes qui influencent l'intention d'usage de la technologie[16], avant et après l'avoir testée, et jouent sur l'expérience vécue lors de l'utilisation de cette dernière.

Dans le cadre du programme d'enquêtes pour le projet RIMA, les membres du consortium souhaitent analyser l'acceptabilité et l'acceptation du service de mobilité automatisé en réalisant une mesure de la perception et de l'intention d'usage de celui-ci, avant (T0) et après (T1) l'utilisation des navettes sans conducteur.

Pour ce faire, nous avons choisi de recourir à la méthode des entretiens collectifs semi-directifs[17], aussi appelée *focus groups* dans les pays anglo-saxons. Trois *focus groups* ont ainsi été réalisés avec une trentaine d'habitants de la ville de Crest, où se déroule en partie le pilote de service, pour analyser leur acceptabilité a priori des navettes automatisées.

Le recours aux *focus groups* pour étudier l'acceptabilité

Les *focus groups* sont une méthode d'enquête qualitative en sciences sociales permettant d'explorer les perceptions, les attitudes et les comportements des individus. Elle est particulièrement utile pour recueillir des données riches et nuancées et couramment utilisée pour étudier l'acceptabilité des usagers dans le cadre d'expérimentations de véhicules automatisées.

[15] BOBILLIER-CHAUMON, Marc-Éric, DUBOIS, Michel, 2009, « L'adoption des technologies en situation professionnelle : Quelle articulation possible entre acceptabilité et acceptation ? », Le travail humain, 72(4), p. 355-382.

[16] MONÉGER, Ferdinand, 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.

[17] LEFÉBURE, Pierre, 2011, « Les apports des entretiens collectifs à l'analyse des raisonnements politiques », Revue Française de Science Politique, vol. 61, n° 3, pp. 399-420.

Une méthode d'enquête qualitative

Plus concrètement, la méthode des *focus groups*[18] consiste à organiser des entretiens collectifs semi-directifs avec un groupe de participants sélectionnés en fonction de critères spécifiques. L'objectif est de stimuler des discussions interactives et d'obtenir des informations qualitatives détaillées sur les sujets étudiés. Les discussions sont généralement modérées par un animateur qui conduit le débat à l'aide d'un guide d'entretien structuré et d'un observateur chargé de prendre des notes de la discussion et d'observer les comportements des participants.

Les *focus groups* se composent généralement de 4 à 8 participants. Lorsque leur nombre est supérieur, il devient plus difficile de suivre et gérer les échanges, ce qui peut nuire à la qualité des données recueillies. Les *focus groups* visent à avoir des sessions informelles et flexibles pour encourager la spontanéité des discussions. Cependant, les propos partagés ne peuvent être considérés comme des discours « naturels » du quotidien. Il est donc important de prêter attention au contexte et au cadre dans lesquels se déroule l'échange.

L'une des questions importantes à considérer est la composition d'un focus group en termes des ressemblances ou des divergences entre les participants Elle dépend des objectifs visés par l'enquête et des critères pertinents qui en découlent. Il est généralement recommandé d'avoir une homogénéité entre participants pour capitaliser sur leurs expériences communes, par exemple un même lieu de résidence. Cette familiarité facilite et permet des discussions plus ouvertes et spontanées.

Cependant, il est également intéressant de réunir des individus aux profils divers afin d'obtenir un large éventail de perspectives au sein d'un groupe hétérogène. Il est alors important pour l'animateur de prendre en compte la hiérarchie au sein du groupe car les différences liées au genre, à l'âge ou au statut social et professionnel peuvent influencer les dynamiques de discussion et freiner l'expression libre de l'ensemble des participants.

Bien que le nombre, la taille et la composition puissent varier, l'objectif général des *focus groups* reste de créer un environnement propice à des discussions riches et spontanées, permettant d'explorer en profondeur les perceptions et les attitudes de tous les participants.

Un outil courant dans les expérimentations de véhicules automatisés

Elle est souvent utilisée dans les études de mobilité, y compris dans le cadre des expérimentations de véhicules automatisés menées ces dernières années en France avec les projets SAM et ENA, et en Europe avec le projet SHOW. A été généralement adopté une utilisation généraliste des *focus groups*, se limitant à l'identification d'un panel d'usagers potentiels et volontaires à questionner et parfois solliciter pour des événements complémentaires (ideathon, hackhaton, etc.).

Aux États-Unis, le recours aux *focus groups* pour analyser l'intention d'usage des navettes automatisées se fait principalement dans le cadre d'études conduites sur des publics spécifiques, notamment les personnes à mobilité réduite[19]. Ils permettent de caractériser plus finement la perception et les besoins de ces catégories d'utilisateurs.

Pour le projet RIMA, les *focus groups* ont pour objectif d'étudier l'acceptabilité et l'acceptation de certains publics ciblés en priorité par le service en fonction des besoins de mobilité des habitants et des parcours envisagés pour les navettes automatisées. Par exemple, il s'agit de mobiliser des personnes âgées et en situation de handicap qui sont contraintes dans leur mobilité, mais aussi des actifs travaillant à l'hôpital de Crest ou sur l'écosite du Val de Drôme à Eurre qui seront desservis par le service.

[18] KITZINGER, Jenny, MARKOVÁ, Ivana, KALAMPALIKIS, Nikos, ORFALI, Birgitta, 2004, « Qu'est-ce que les *focus groups* ? », in Bulletin de psychologie, tome 57, n°471, pp. 237-243.

[19] PATEL, R. K., 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, International Conference on Transportation and Development 2021, https://doi.org/10.1061/9780784483534.031

Les *focus groups* avec des habitants de Crest

Objectifs des rencontres

Les *focus groups* organisés en amont de l'utilisation des navettes automatisées (T0), dans le cadre de l'enquête d'acceptabilité pour le projet RIMA, répondent à des objectifs à la fois pratiques et scientifiques. D'une part, les objectifs scientifiques consistent à :

- caractériser la perception a priori des utilisateurs potentiels et sonder leurs attentes autour du service de mobilité automatisée ;
- identifier les besoins de mobilité des futurs usagers du service et la manière dont les navettes automatisées sont susceptibles d'y répondre ;
- comprendre comment les navettes automatisées pourront s'insérer dans les habitudes de mobilité des habitants du territoire.

D'autre part, les *focus groups* doivent servir les objectifs pratiques suivant :

- mobiliser un groupe d'usagers qui sera suivi et étudié tout au long du projet ;
- communiquer sur le pilote de service auprès des habitants du territoire ;
- identifier les attentes de publics ciblés par les porteurs du projet pour les guider dans la mise en place et l'exploitation du service

renforcer la qualité de service tout au long du déploiement en s'assurant que le réseau de mobilité automatisée répond au mieux aux attentes des différents usagers des navettes.

Étant donné l'objectif d'étudier l'acceptabilité initiale de la population, nous nous sommes concentrés sur le recrutement, avec l'aide de la mairie de Crest, d'une diversité d'habitants n'ayant de préférence jamais testé une navette automatisée. L'hétérogénéité des participants finalement retenus a permis d'interroger différents profils d'utilisateurs potentiels du service sur leurs pratiques de mobilité et de recueillir leurs avis et attentes sur les navettes automatisées.

Détails de l'organisation des trois *focus groups*

Organisés avec le concours précieux des services de la ville, les trois *focus groups* ont eu lieu à Crest les 13 et 14 septembre 2024, dans une salle de classe de l'ancienne école communale. Ils se sont déroulés en présentiel sur trois sessions de deux heures chacune le vendredi 13 toute la journée et le samedi 14 au matin. Les participants ont été répartis en deux groupes de 10 personnes et un groupe de 8 personnes.



Avant de lancer la discussion collective, tous les participants ont été invités à remplir un formulaire de consentement sur la collecte et le traitement de leurs données personnelles. Conformément à la législation en vigueur et afin de garantir une pleine liberté de parole, tous les propos rapportés dans cette note ont ainsi été anonymisés.

Par ailleurs, un court questionnaire leur a été soumis afin de pouvoir caractériser avec plus de précision leur profil sociodémographique (genre, âge, niveau d'étude, lieu de résidence, etc.), leur mobilité (permis, modes de transport utilisés) et leur familiarité avec les navettes automatisées.

Description de l'échantillon des participants

Au total, les trois *focus groups* ont réuni 28 participants, dont 12 femmes et 16 hommes, à la moyenne d'âge supérieure à 45 ans[20]. L'échantillon était composé de 17 actifs, 7 retraités, 3 personnes sans activité rémunérée et 1 collégienne. En outre, 13 participants se sont déclarés en situation de handicap : 6 avec un handicap mental, 5 avec un handicap moteur et 2 avec un handicap visuel.

Cette représentation importante de personnes en situation de handicap s'explique par le choix des partenaires du projet RIMA et de la mairie de cibler en particulier des personnes empêchées dans leur mobilité. Cela s'est traduit par la participation dans chacun des *focus groups* de deux ou trois usagers du foyer de jour départemental de l'Association pour Adultes et Jeunes Handicapés (APAJH) situé à Crest et de leurs accompagnatrices.

Du point de vue des modes de transports utilisés, les réponses au questionnaire ont mis en exergue que 20 participants sur les 28 possèdent un permis de conduire. En tout, 22 participants se déplacent en voiture, dont 15 exclusivement comme conducteurs, 5 exclusivement comme passagers, 1 alternant entre les deux et 1 autre conduisant une voiture sans permis. En termes de modes alternatifs, 14 participants disent se déplacer régulièrement à pied, 12 personnes utilisent le vélo et 5 prennent les transports en commun (un bus, un car ou un train).

Concernant enfin leur rapport à la mobilité automatisée, 23 participants ont déclaré savoir ce qu'est une navette automatisée, 21 en avoir vu une en vrai, et 2 en avoir déjà utilisé une lors de l'expérimentation préalable sur le territoire en 2020-2021.

[20] Parmi les 28 participants, il y avait un mineur, deux personnes entre 18 et 30 ans, cinq entre 31 et 45 ans, treize entre 46 et 65 ans, six entre 66 et 80 et une personne qui avait plus de 81 ans.



✦

SYNTHÈSE ET ANALYSE DES ÉCHANGES AVEC LES HABITANTS DE CREST

Cette synthèse des échanges avec une trentaine d'habitants de Crest se structure en trois sous-parties. Nous revenons d'abord sur les pratiques de mobilité des participants en fonction de leurs différents profils. Nous abordons ensuite les avis exprimés sur les navettes automatisées partagées, en explorant leurs représentations de ces dernières et leurs attentes concernant le futur service proposé. Enfin, nous analysons trois grands défis qui sont ressortis des échanges et sont à relever pour faciliter l'exploitation des navettes automatisées sans opérateur à bord sur le territoire.

Pratiques de mobilité selon les profils des habitants

Les *focus groups* ont d'abord permis de mettre en lumière les modes de déplacements et les freins à la mobilité rencontrés par les habitants interrogés. Ils ont également porté sur la navette avec chauffeur « MouvàCrest » (MAC) mise en place par la ville depuis quelques années. Cet exemple fournit des enseignements intéressants sur les écueils à éviter pour la navette automatisée.

Les participants aux trois *focus groups* ont mentionné des expériences multiples en termes de mobilité selon leur profil (actif, retraité, personne en situation de handicap physique ou mental). Ils se déplacent principalement au quotidien en voiture, à vélo, à pied ainsi qu'en taxi, en covoiturage voire en stop mais plus rarement en transport en commun faute d'une offre suffisante.



La voiture est d'abord le moyen de transport dominant pour les 16 personnes qui ont le permis et un véhicule. A cette liste se rajoute un participant qui possède une voiture sans permis de conduire. Plus généralement, une participante a souligné qu'il était très difficile de se déplacer à Crest et aux alentours sans voiture :

> *« Dans les communes rurales, si nous n'avons pas de voiture, nous ne pouvons rien faire. Certes, il y a le centre-ville de Crest, mais de l'autre côté, il y a aussi tous ceux qui habitent dans les villages qui se trouvent autour de Crest et qui sont très mal desservis. »*





La complexité qui découle de l'usage quotidien de la voiture personnelle, en particulier pour le stationnement, incite néanmoins certains habitants à utiliser d'autres moyens de transport, comme le vélo. Une jeune active a par exemple déclaré que :

> *« Plus c'est simple, plus on a envie de se déplacer autrement. Chercher une place de parking c'est difficile et ça incite à prendre le vélo. La simplicité est un critère. »*

De la même façon, une participante a expliqué qu'il lui était plus rapide de se déplacer à vélo étant donné la forte congestion dans le centre-ville :

> *« À midi et à 17h, il y a systématiquement des bouchons. J'essaye de venir à vélo mais c'est difficile de se déplacer à vélo et de traverser Crest. »*

Pour un autre actif, le prix du carburant le pousse parfois à utiliser le vélo pour ses déplacements, bien qu'il ait déclaré y recourir en fonction des conditions de circulation :

> *« Je prends parfois la voiture pour aller au travail mais le prix du carburant est un frein. Pour économiser du gasoil, je prends le vélo. Mais, quand c'est dangereux car il y a beaucoup de trafic, je prends la voiture. »*

Les modes doux, comme le vélo et la marche, sont aussi très prisés de plusieurs participants :

> *« Je me déplace beaucoup à pied. J'en ai pour 20 minutes jusqu'à l'hôpital où je travaille. »*





Alors que le nombre de cyclistes est très important et en augmentation, la cohabitation avec les automobilistes s'avère néanmoins problématique. Les difficultés sont notamment dues au manque d'infrastructures permettant de stationner les vélos, dont les vélos cargos qui se multiplient, et de sécuriser les déplacements. Une accompagnatrice du foyer de jour de l'APAJH a évoqué les dangers pour certains usagers d'utiliser le vélo au milieu du trafic :

> *« On a des personnes qui vivent en foyer d'hébergement, qui n'ont ni voiture ni permis de conduire. Ils y vont à vélo et je les aperçois quand je vais au marché. Je me rends compte que les personnes du foyer sont au milieu de la circulation, avec plein de voitures dans tous les sens. »*

D'autres participants ont exprimé des frustrations dans l'usage du vélo ou de la marche liées à l'aménagement urbain. Par exemple, les habitants n'ont pas le choix que de traverser la route départementale pour se rendre au sud de la ville, de l'autre côté de la Drôme. Or, une participante a souligné l'insécurité qu'elle ressent lorsqu'elle doit se rendre à pied sur l'autre rive :

> *«Je suis obligée de traverser la départementale, mais c'est très dangereux, les gens roulent trop vite. (...). C'est hyper accidentogène, les gens ne voient pas que nous arrivons. On se sent vulnérable en tant que piéton. »*

La même personne a précisé que beaucoup d'automobilistes ne respectent pas la limitation de vitesse à 30 km/h imposée dans le centre-ville de Crest car « la zone est trop étendue et elle n'est pas respectée ».

Par ailleurs, certains lieux d'intérêt du territoire, comme la zone d'activité où se situe le centre Intermarché, sont difficiles d'accès pour les personnes à pied :

> *« La configuration de la ville fait que tout soit excentré et même pour aller faire des courses, ça demande de l'énergie pour ceux qui n'ont pas de voiture. (…). Certes, à des endroits la marche peut être très sympathique, mais à d'autres ça peut être très dangereux »*

De leur côté, les personnes âgées ou en situation de handicap disent rencontrer des obstacles importants pour se déplacer, la marche ou le vélo n'étant pas des solutions forcément adaptées pour elles. Un participant senior a par exemple déclaré :

> *« Le vélo passé un certain âge est dangereux sur la route. J'en suis capable, mais je ne me sens pas en sécurité. »*

Face à ces contraintes, les personnes à mobilité réduite sont souvent obligées de recourir à d'autres solutions de transport, dont le covoiturage et le stop très pratiqués par les habitants, comme l'a mentionné ce participant :

> *« Le covoiturage se fait beaucoup sur notre territoire. On s'envoie des messages et on voyage avec nos collègues de travail pour aller ensemble à une réunion. »*

Par ailleurs, le taxi est un moyen fréquent de déplacement mais qui ajoute des coûts supplémentaires au budget mobilité des personnes. Une salariée du foyer de l'APAJH a donné l'exemple d'un usager contraint d'y recourir pour se rendre au travail :

> *« Pendant deux ans, cette personne a payé un taxi tous les jours pour aller travailler (…). Les personnes doivent venir en taxi et chaque déplacement coûte 8 euros. »*

Tous ces retours des participants sur leurs pratiques quotidiennes de mobilité mettent en exergue que le choix des modes de transport dépend avant tout de leur facilité d'usage. Les freins à la mobilité sont principalement liés aux différents coûts (physique, psychologique, financier, etc.) que représentent certaines solutions modales selon les profils des personnes.



La navette MouvàCrest : fonctionnement et retours des habitants

Les difficultés de déplacement évoqués par les participants sont également accentuées par l'offre très limitée de transport en commun sur le territoire, comme l'a rappelé une participante :

> *« À part pour aller à Valence, c'est compliqué de se déplacer. Il manque des transports en commun. »*

Afin d'y remédier, un service régulier de navette avec chauffeur, baptisé « MouvàCrest » (MAC) a été mis en place par la mairie depuis octobre 2021. Cette navette de 8 places est gérée en régie par la ville grâce à une délégation de la compétence mobilité détenue par la Région Auvergne-Rhône-Alpes. Après une longue attente, la mairie devait recevoir fin 2024 de la Région une nouvelle navette à motorisation électrique pour remplacer celle à moteur thermique.

Depuis le 3 octobre 2023, le service a été modifié pour être plus efficace et pour proposer un meilleur service. La navette circule désormais 4 demi-journées par semaine pour correspondre notamment aux horaires du marché. Comprenant 18 arrêts, elle effectue une boucle sur les deux rives de la Drôme, dont la durée totale a été réduite d'une heure à quarante-cinq minutes. De plus, le service ne fonctionne pas les jours fériés et au mois d'août.

Concernant le prix, des tarifs dégressifs sont appliqués en fonction de la fréquence d'utilisation (1 € par trajet, 3 € les 5 trajets et 5 € les 10 trajets). Le service est par ailleurs gratuit pour les enfants de moins de 6 ans accompagnés. L'achat d'un titre de transport peut se faire à l'accueil de la mairie ou dans le véhicule directement le jour du trajet.

Les *focus groups* ont fait ressortir que la navette MouvàCrest souffre d'un certain déficit de connaissance auprès des habitants. Deux participants sur les 28 ont notamment dit explicitement ne pas savoir de quoi il s'agit, tandis qu'un autre a déclaré :

> *« Je rencontre des gens autour de moi qui sont étonnés de savoir qu'il existe une navette à Crest. »*

Par ailleurs, les avis sur le service sont mitigés. Certains participants ont souligné avec satisfaction le tarif dégressif des billets ou le fait que le parcours a été récemment réduit à trois quarts d'heure. Une personne en situation de handicap mental et qui ne possède pas le permis de conduire a déclaré y recourir régulièrement :

> *« J'utilise la navette MouvàCrest pour aller chez mes parents, dans un autre quartier. »*

Néanmoins, plusieurs participants se sont plaints du manque de régularité du service, comme cette personne en situation de handicap physique :

« Je suis aussi en situation de handicap et je suis très fatigable. Je peux marcher 1h30 et pas plus. (…). Ma trottinette est en panne, je souhaiterais utiliser la navette MouvàCrest, mais les horaires de passage ne correspondent pas à mes horaires de travail. »

Certains actifs souhaiteraient également que les horaires soient étendus afin de l'utiliser pour se rendre à leur travail, comme l'a expliqué un participant :

« Ça ne répond pas aux besoins des travailleurs, c'est quatre demi-journées. »

Finalement, les points soulevés par les participants sur le service MouvàCrest sont intéressants dans la mesure où ils permettent d'identifier plusieurs obstacles déjà existants autour de l'utilisation d'une navette avec chauffeur sur le territoire qui sont à prendre en compte pour déploiement à venir des navettes automatisées.



Les avis des habitants sur les navettes automatisées partagées

Représentations sur les navettes sans conducteur : entre espoirs et inquiétudes

Afin de clarifier ce qu'est une navette automatisée et discuter à partir d'une base commune à tous, une courte vidéo de présentation a été projetée dans chaque focus group. Les participants ont été invités à réagir à la suite du visionnage de la vidéo. Les réactions ont été, allant de l'espoir suscité par cette nouvelle solution de mobilité à l'inquiétude quant à l'absence de conducteur.

Pour ce qui est des commentaires positifs, un participant a exprimé son enthousiasme face à ce véhicule sans conducteur :

> *« Je suis fasciné et émerveillé par la navette automatisée. »*

Pour un autre, la navette automatisée correspond à « une forme de modernisme ». Un participant a également évoqué sa fierté que le déploiement se déroule sur le territoire :

> *« Je suis très technologique, il n'y a pas beaucoup de villes qui testent. C'est comme l'Intelligence artificielle et je suis fier d'avoir ça à Crest. »*





L'automatisation est par ailleurs considérée a priori positivement en termes de sécurité par plusieurs participants. L'un d'entre eux a expliqué faire confiance à la navette automatisée depuis qu'il l'a vue s'arrêter pour permettre aux piétons de traverser :

> *« Je l'avais vue, j'ai traversé et elle s'est arrêtée. Personnellement, je vais faire un tour. »*

Faisant un parallèle avec son expérience récente du métro parisien, une participante a par ailleurs déclaré :

> *« À Paris, je me suis sentie beaucoup plus en sécurité dans les lignes automatisées. Arrêts plus fluides, annonces fréquentes. J'ai apprécié aussi en termes de bruit. »*



Concernant les représentations plus négatives, des participants se sont inquiétés du fait d'enlever « de l'humain, du travail et du lien social ». Ils ont dit craindre que l'introduction de navettes automatisées détruise des emplois de chauffeurs de taxi et de bus. A cela s'ajoute la crainte de la perte de lien social, en particulier avec les personnes âgées, que renforcerait l'automatisation :

> *« C'est l'humain qui m'inquiète. Mon mari, soignant, est parfois la seule personne qu'ils voient. C'est génial de prendre la navette pour se déplacer, en revanche, les navettes sans conducteur, c'est déshumanisant. C'est un contact le conducteur de bus. »*

Derrière ces peurs, c'est plus largement l'opposition entre territoires urbains et ruraux qui est ressortie dans les interventions. Faisant la comparaison avec les grandes villes, un participant a notamment affirmé :

> *« Dans le métro, les gens ne se parlent pas. Mais, à Crest, les gens se parlent. On perdrait s'il n'y avait pas de chauffeurs. »*

Pour une autre participante, la navette automatisée devrait aussi permettre de répondre aux besoins des habitants les moins favorisés et contribuer à réduire les inégalités sociales :

> *« Il faut répondre aux besoins des gens qui n'ont pas les moyens. Certains quartiers ne sont pas desservis par MouvàCrest parce que la boucle serait trop longue. J'ai travaillé sur l'égalité homme/femme et la mobilité augmente l'inégalité. Plus de femmes sont isolées et n'ont plus le permis. »*

Par ailleurs, un participant s'est interrogé sur la pertinence et la priorité de déployer des navettes automatisées alors même que le service MouvàCrest connait des difficultés de fonctionnement :

> *« Je ne vois pas bien la différence qu'il peut y avoir entre un service avec chauffeur et sans chauffeur. Même celle avec chauffeur pour l'instant ne fonctionne pas. Peut-être que demain elles vont mieux fonctionner, mais qu'est-ce que ça va apporter qu'il n'y ait pas de chauffeur ? Est-ce que ça va faire remplir la navette ?»*

Attentes autour du service de navette automatisée

Au-delà des représentations générales sur les navettes automatisées, les *focus groups* ont permis de recueillir les attentes des participants concernant plusieurs aspects à prendre en compte pour le futur service.

La fréquence et les horaires — Selon les participants, la navette automatisée devrait passer régulièrement pour que les gens l'utilisent :

> *« Il faut y avoir une fréquence conséquente pour que les gens soient intéressés et que toutes les demi-heures on puisse rejoindre le point de départ. Je pense que ça peut marcher. »*



Les horaires devraient aussi tenir compte des activités de la vie sociale, comme expliquée par cette retraitée rencontrant des difficultés pour se déplacer :

> *« Il y a des événements parfois le soir, donc je n'y vais jamais. Ou alors il faut demander tout le temps que quelqu'un nous emmène, qu'il nous ramène. Je souhaiterais qu'elle soit disponible jusqu'à 22h, pour qu'on puisse aller au cinéma, au théâtre ou autre. »*



L'ergonomie du véhicule et l'accessibilité — Plusieurs participants ont soulevé l'importance de la facilité d'accès à la navette pour les personnes à mobilité réduite :

> *« Le fait de pouvoir monter facilement dedans pour ceux qui ne tiennent pas très bien sur ses deux jambes. Et puis il y a le côté visible. Le bus doit être vu. MouvàCrest passe inaperçue. Il faut qu'elle soit visible et il faut qu'on sache où est-ce qu'on s'arrête. »*

La nécessité d'avoir un marchepied a également été évoquée par une retraitée en comparaison avec la navette MAC qui n'en possède pas.

La capacité du véhicule — Un autre point a concerné la place à bord de la navette automatisée pour stocker les chariots de courses :

> *« Ce n'est pas très grand. Je ne travaille pas, mais ceux qui prennent la navette avec des courses ont forcément des chariots. 10 personnes avec des chariots, ça ne me paraît pas très grand. »*

La taille du véhicule a également suscité des réactions chez un ou deux participants qui utilisent déjà plusieurs modes de déplacement :

> *« J'ai l'habitude des bus de 50 personnes et une navette de 10 places est étonnante. Pour moi, 10 places veulent dire qu'elle est utilisée que par des gens qui en ont vraiment besoin. C'est un frein et je ne l'utilise pas, pour laisser la place à ceux qui ont réellement besoin de l'utiliser. »*

Le mode de réservation et la communication avec les usagers à bord — Plusieurs participants ont soulevé la question du moyen pour réserver un trajet avec la navette automatisée et le fait de ne pas prévoir uniquement une application pour smartphone :

> *« Il ne faut pas une application pour les personnes qui rencontrent des difficultés, il faut un numéro de téléphone. »*

De même, le sujet de la communication et de l'accompagnement des usagers fragiles en l'absence d'opérateur à bord a été soulevé plusieurs fois, notamment par cette accompagnatrice de personnes en situation de handicap :

> *« Il y a le déplacement dans la navette qui peut être lent, voire très lent pour certaines personnes. Et le temps de descendre. (...). Quand il y a un humain, il peut s'adapter. Il voit la personne dans sa démarche. Quand c'est une navette et qu'on appuie juste sur un bouton, est-ce que la navette s'adapte ?»*

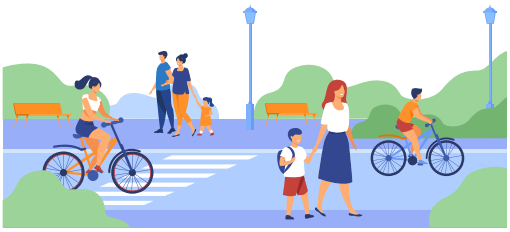


La vitesse de déplacement — certains participants ayant assisté à la circulation d'une navette automatisée lors de l'expérimentation précédente ont souligné sa lenteur. Une participante a raconté une anecdote à ce propos :

> *« Une personne qui était sur l'écosite l'a prise pour aller à la gare pour acheter un sandwich. Tout le temps de son repas était passé. C'était trop lent. »*

D'où l'importance d'augmenter la vitesse de circulation de la navette à 30 km/h pour certains afin qu'elle permette d'aller plus vite qu'à pied ou à vélo. Cependant, la vitesse n'est pas une condition centrale pour toutes les personnes, comme l'a expliqué un participant :

> *« Je pense que les usagers qui l'utiliseraient, la lenteur n'est pas un problème. L'objectif c'est d'avoir un déplacement facilité. De rouler à 15km/h ou à 30km/h, on ne va pas perdre beaucoup de temps. (...). L'objectif c'est de ne pas avoir beaucoup d'effort à faire lors du déplacement. »*



Les trajets et les lieux desservis — Concernant le parcours de la navette, les participants ont mentionné l'intérêt de desservir aussi bien le centre-ville que les périphéries :

> *« Je pense que c'est très bien à partir du moment où il y aura un certain nombre de réseaux qui pourront, à partir des parkings extérieurs, relier le centre-ville, relier le centre hospitalier, relier la zone commerciale. Ça peut être très intéressant. »*





Certains ont également souligné l'importance d'avoir un service circulant à Crest et pas seulement aux alentours, comme lors de l'expérimentation précédente où la navette reliait la gare à l'écosite du Val de Drôme à quelques kilomètres. Par ailleurs, la complémentarité entre les trajets de la navette automatisée et de la navette avec chauffeur MAC a été évoquée :

> *« Je la vois comme une opportunité de compléter l'offre MouvàCrest. (…). Je me dis que, peut-être, la navette automatisée permet aussi d'avoir d'autres boucles qui se complètent avec la première et qui puissent desservir ces endroits. »*

Les arrêts et les conditions de circulation — Plusieurs participants ont parlé des arrêts de la navette, l'un d'entre eux proposant d'installer au moins un banc à chaque arrêt afin de permettre aux personnes âgées de patienter dans de bonnes conditions. Certains se sont par ailleurs interrogés sur la possibilité de faire circuler la navette automatisée sur une voie dédiée pour ne pas être pris dans le trafic routier :

> *« Moi, je dirais que ce qui me permettrait de prendre la navette, c'est qu'il y ait une voie dédiée. J'imagine un truc où être prioritaire par rapport aux voitures, pour rouler plus vite que les voitures qui sont dans les bouchons. »*

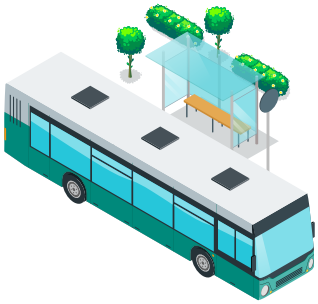
L'achat de titres et le prix — Un dernier aspect des échanges a concerné le prix. Plusieurs participants se sont déclarés en faveur de la gratuité ou d'un service limité :

> *« Le moins possible, voire soit gratuit. Un euro paraît raisonnable. »*

Les conditions pour acheter un éventuel titre de transport ont par ailleurs suscité des questions, notamment de la part de ce participant en situation de handicap mental :

> *« Et quand les gens montent dans la navette, ils prennent où les tickets ? »*

Des participants ont également fait le parallèle avec le service MouvàCrest en proposant un tarif dégressif et la possibilité de pouvoir acheter un billet directement au sein de la navette.



Trois grands défis soulevés par les *focus groups*

Les *focus groups* organisés avec des habitants de Crest ont permis d'identifier plusieurs enjeux importants pour l'exploitation à venir des navettes automatisées. L'analyse des échanges fait ressortir en particulier trois défis majeurs concernant :

- la levée des freins à l'usage d'une navette sans opérateur à bord ;
- l'accompagnement au changement des pratiques de mobilité ;
- la communication autour du projet.

Il faut souligner que ces deux derniers défis ne sont pas directement liés à l'automatisation, mais concernent aussi les modes de transport partagés et collectifs avec chauffeur. D'où le parallèle avec la navette MouvàCrest qui a souvent été fait par les participants et les enseignements qu'il est possible d'en tirer, selon nous, pour l'exploitation du service dans le cadre du projet RIMA.

La levée des freins liés à l'absence d'opérateur à bord

Outre la crainte de perte d'emploi et de lien social liée à l'automatisation évoquée précédemment, les réticences a priori de nombreux participants à l'utilisation d'une navette automatisée touchent à l'absence d'humain à bord du véhicule.



En effet, la présence habituelle d'un chauffeur est particulièrement importante pour les usagers les plus fragiles car elle participe à leur sentiment de confiance et de sécurité. Une retraitée l'a clairement exprimé lors de la discussion :

> *« Pour les personnes âgées, comme moi, je pense qu'il faut quelqu'un. Ça rassurerait. La navette marche toute seule et si un seul passager tombe, ça se passerait mal pour tout le monde, je crois. »*

Une collégienne participant à un des *focus groups* a également fait part de sa crainte d'être seule avec d'autres passagers dans le véhicule :

> *« En tant qu'adolescente, c'est sympa. On ne demande pas à nos parents de nous déposer. Moi, je vais devoir faire des stages cette année et je pourrais me déplacer sans demander à mes parents. Ça m'attire, mais ça fait un peu peur en sachant qu'il n'y a que des passagers. »*

L'absence de conducteur est donc vue, a priori, comme un facteur aggravant les difficultés de mobilité pour certains participants, dont cette accompagnatrice au foyer de jour de l'APAJH :

> *« Le « sans chauffeur » accentue les problèmes, parce que souvent les difficultés sont palliées par un humain qui va accompagner. Il y a des personnes qui vont s'adresser à n'importe quel individu et il y en a qui ne vont s'adresser qu'aux individus qui sont repérés, c'est-à-dire l'agent qui est dédié à ça ou la personne qu'on connaît. »*

À la suite du visionnage de la vidéo de présentation de la navette automatisée, un participant en situation de handicap mental a justement fait part de sa crainte face à l'absence de chauffeur :

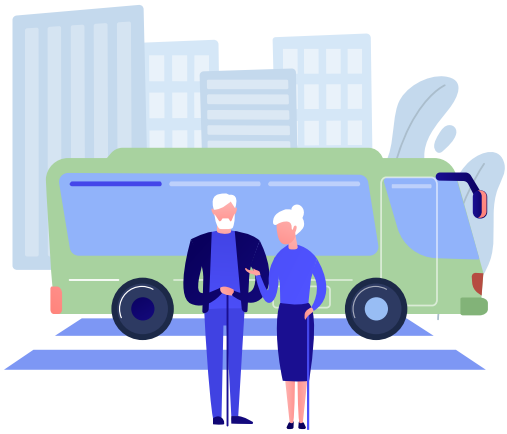
> *« Je ne suis pas sûr de lui faire confiance, parce que ce n'est pas sûr que la navette s'arrête. Parce qu'il n'y a pas de chauffeur, ce n'est pas sûr que ça s'arrête. »*

Bien qu'un opérateur soit prévu à bord des navettes automatisées dans les premières phases de déploiement du projet RIMA, il apparaît donc indispensable de traiter bien en amont ces freins. Un travail de sensibilisation et de formation doit être mené auprès des publics fragiles en priorité pour les rassurer sur l'utilisation des navettes et les préparer à la mise en place progressive d'un service de mobilité automatisée supervisé à distance.

L'accompagnement au changement des pratiques de mobilité

Un autre défi majeur mis en lumière par les *focus groups* touche au changement des pratiques de mobilité. Plusieurs freins possibles à l'utilisation des navettes évoqués par les participants ne relèvent pas de l'automatisation, mais des expériences préalables de mobilité des personnes. Par exemple, certains habitants sont peu, voire pas, habitués à utiliser les transports en commun, dont l'offre est peu développée sur ce territoire rural :

> *« On a des personnes qui n'ont jamais pris le transport en commun, même le bus pour aller à Valence. Ils ne l'ont jamais pris et ils ne le prendront pas. Ce ne sont pas forcément des personnes âgées, ce sont aussi des gens de 40 ans, mais qui n'ont jamais pris le bus. »*



Outre l'habitude, ce sont aussi la facilité d'usage et la qualité du service, telle que la fréquence de passage, qui déterminent le choix de recourir à un service de transport collectif. Or, les participants ont pointé les retards et le manque de régularité des services de bus ou de navette avec chauffeur existants. Le même type de problème pourrait affecter le choix des habitants de recourir à la navette automatisée pour leurs déplacements, comme le montre la citation suivante :

> *« Si on a une navette qui passe toutes les trois minutes, ce n'est pas grave, dans quelques minutes on va pouvoir reprendre. Mais si c'est dans une demi-heure ou dans une heure, ça ne va pas correspondre au rendez-vous médical que nous avons pris, ça ne va pas correspondre à l'activité que nous avons ailleurs, parce qu'il va falloir la régularité du transport et le temps d'y aller. »*

Un autre écueil à l'usage du service de navettes automatisées est lié à la difficulté pour certaines personnes de changer leurs habitudes de mobilité, comme l'a résumé cette participante :

> *« Pour rassurer les gens sur l'utilisation, il faut connaître aussi les arrêts et tout le contexte. Mon père de 92 ans aura du mal, car il ne saura pas quel va être le trajet, quels sont les arrêts, par où elle passe. Je trouve que ce sont vraiment des habitudes qu'on n'a pas et qui vont à mon avis demander qu'il y ait un accompagnement au départ pour inviter les gens à y aller et à sortir de chez eux. »*



Enfin, les *focus groups* ont mis en lumière la forte fracture numérique qui touche de nombreux habitants du territoire, comme l'a résumé ce retraité :

> *« On propose des outils du 21ème siècle à beaucoup de gens qui se sont arrêtés au 20ème. Moi, j'ai un téléphone comme outil de communication et non pas un ordinateur. On demande de prendre son billet avec le téléphone, de payer avec son téléphone et moi, ça ne m'intéresse pas. Et il y a beaucoup de gens, à qui on destine ces transports, qui sont dans mon cas. »*

Ce dernier point important met en exergue un paradoxe des déploiements des navettes automatisées. Ces solutions technologiques sont en effet souvent envisagées pour répondre aux problématiques de mobilité de personnes âgées ou en situation de handicap. Cependant, ces publics fragiles présentent divers freins importants à la mobilité (physiques, psychologiques, financiers, culturels, etc.) qui sont aussi à prendre en compte si l'on veut faire des navettes sans conducteur une solution pertinente pour améliorer leurs déplacements et leur autonomie.

La communication autour du projet RIMA

Un dernier enjeu, entre autres, soulevé par les *focus groups* concerne la communication autour du déploiement à venir des navettes automatisées. Il faut rappeler que la communication était un point faible déjà soulevé à propos de l'expérimentation précédente de navette automatisée sur le territoire de Crest et du Val de Drôme en 2020-2021.

L'absence de communication auprès de la population peut s'expliquer facilement par le niveau d'avancement et les contraintes liées au projet RIMA. Toutefois, le manque de visibilité ne permet pas de faire progresser l'acceptabilité initiale des habitants et pourrait impacter à la baisse la fréquentation du service une fois qu'il sera rendu accessible au public. Là encore, un participant a dressé un parallèle avec la navette MouvàCrest déjà expérimentée sur la ville :

> *« Quelle que soit la navette, automatisée ou avec conducteur à bord, je pense qu'il faut beaucoup de pédagogie, beaucoup de communication, comme pour tout. »*

Un autre a souligné au cours des échanges l'importance de communiquer sur les navettes afin de lever les préjugés et les freins qui pourraient empêcher certains habitants de les essayer au départ, puis leur donner envie d'utiliser régulièrement le service :

> *« Ce que je pense c'est qu'il faut que les gens se l'approprient. Pour cela il faut qu'elle soit très visible, c'est-à-dire qu'on la repère au milieu de tous les autres véhicules dans la circulation. Il faut que les points d'arrêt soient très bien identifiés. (...). Il faut peut-être organiser occasionnellement une semaine de découverte. Organiser un circuit test en situation réelle auquel on invite la population. »*



© tannyvandecandelaere

Finalement, les participants se sont montrés très curieux et intéressés par le projet de déployer des navettes automatisées à Crest, comme en atteste leur présence aux *focus groups*. Cette curiosité s'est aussi manifestée par leurs questions autour du projet RIMA lors de chaque réunion. Ils sont désormais dans l'attente de pouvoir découvrir, en vrai, les navettes automatisées et de tester concrètement le service, ce qui sera possible en 2025.

> ***L'impact social sur les plus fragiles est à prendre en compte avec beaucoup d'anticipation. Il est nécessaire avant de lancer un service de mobilité automatisé d'informer, d'expliquer en amont le plus largement possible.***
>
> *Francis Demoz,*
> *Délégué général du Laboratoire de la Mobilité Inclusive,*
> *Conseil d'orientation 7, 7 février 2024*

Le Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA)

UN PROJET INNOVANT

- Des navettes automatisées dont certaines sans opérateur à bord (niveau 4)
- Des navettes automatisées pour le transport de passagers et de marchandises
- Une infrastructure frugale pour assurer une couverture de zone
- Une évaluation du coût et des apports pour une zone rurale
- Une étude de l'acceptabilité et de l'inscription dans le territoire

ÉLÉMENTS CLÉS

Lieu du projet
Crest - Val de Drôme (26)

Durée du projet
24 mois

Lauréat du 4e programme d'investissement d'avenir (France 2030)

beti, filiale du groupe Bertolami, opérateur local de mobilités qui exploite les navettes et organise leur mise à disposition des usagers

Navya, fournisseur de véhicules et de systèmes de conduite automatisée

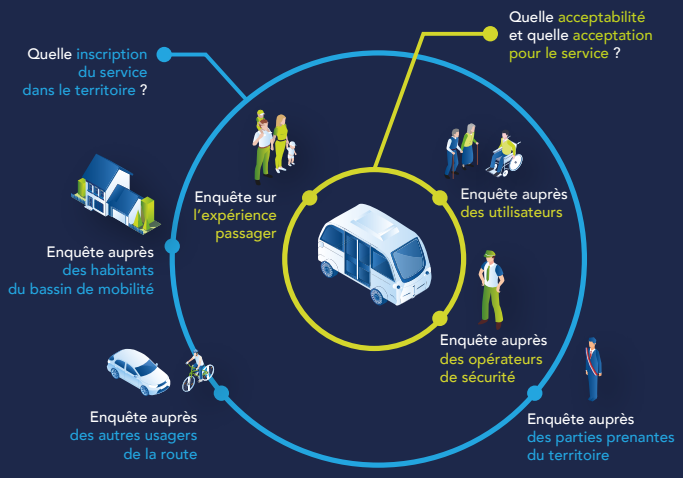
SVMS, filiale de Vinci Construction en France, créateur des infrastructures routières nécessaires au roulage des navettes

MACIF, assureur des navettes et organisateur des enquêtes d'acceptabilité et d'inscription dans le territoire

Conseil & Recherche, agence de recherche indépendante chargée de recueillir les besoins et les avis des habitants, des passagers et des acteurs du territoire

UN NOUVEAU MOYEN DE TRANSPORT AU SERVICE DES HABITANTS

1. Une desserte de lieux d'intérêt du territoire (écosite / gare / hôpital…)
2. Un service quotidien et gratuit
3. Une mobilité accessible à tous (personnes âgées, handicapées, jeunes, actifs…)



LES POINTS À RETENIR :

1. Des études récentes confirment le manque structurel d'accès aux transports publics dans les territoires ruraux, ce qui a des conséquences négatives concrètes sur le plan social et économique pour leurs habitants. Les navettes automatisées peuvent ainsi être une solution pour pallier l'absence de transport en commun et répondre aux besoins de mobilité des populations.

2. La question de l'acceptabilité est cruciale pour le passage à l'échelle des véhicules automatisés partagés. Si les Français se déclarent en majorité intéressés, l'absence d'opérateur à bord constitue un frein majeur à leur intention d'utiliser ces nouveaux services, en particulier parmi les personnes âgées et celles n'ayant pas l'habitude d'utiliser les transports en commun.

3. Ces freins peuvent néanmoins être levés, notamment à travers la connaissance et l'utilisation des navettes automatisées permettant de développer une perception positive des usagers. Par ailleurs, l'implication des citoyens et des acteurs locaux dès le départ favorise leur adhésion et permet d'adapter le service à leurs besoins. Enfin, une communication claire et un accompagnement progressif au retrait de l'opérateur à bord des navettes automatisées sont essentiels pour renforcer la confiance des usagers.

4. Dans le cadre du projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisé (RIMA), trois entretiens collectifs semi-directifs, aussi appelés *focus groups*, ont été réalisés en 2024 avec une trentaine d'habitants de la ville de Crest, pour analyser leur acceptabilité a priori des navettes automatisées. Les échanges ont fait ressortir leurs pratiques de mobilité actuelles et les freins rencontrés par ces derniers pour se déplacer sur le territoire.

5. Ils ont également permis de recueillir leurs avis sur le futur service de navettes automatisées. L'accessibilité et la flexibilité, notamment des horaires élargis, une réservation simplifiée et une bonne interconnexion avec les réseaux existants, sont vues comme des facteurs clés par les habitants interrogés. L'analyse des échanges fait enfin ressortir trois défis majeurs pour l'exploitation du service : la levée des freins à l'usage d'une navette sans opérateur à bord, l'accompagnement au changement des pratiques de mobilité, la communication autour du projet.

ET MAINTENANT ?

ACCOMPAGNER LE PASSAGE À L'ÉCHELLE DES NAVETTES AUTOMATISÉES DANS LES TERRITOIRES

La Communauté d'intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé (CIVA) a conclu en mars 2025 la deuxième année de son nouveau cycle de travail (2023-2025) visant à développer un modèle global et réplicable de déploiement de véhicules automatisés, partagés et collectifs, en zone rurale et périurbaine. Les travaux réalisés en 2024 avaient pour objectif d'appréhender les défis concrets posés par la mise en place d'une navette ou d'un bus automatisé dans les territoires. Ils viseront en 2025 à accompagner le passage à l'échelle des services de navettes automatisées dans les territoires ruraux et périurbains.

Bilan des travaux réalisés en 2024

Ils ont permis d'abord de faire le point sur les principaux enjeux du passage à l'échelle des services de mobilité automatisée. Alors que l'exploitation de services commerciaux de robotaxis s'accélère aux États-Unis et en Chine, l'Europe et la France sont en retard dans le déploiement des véhicules automatisés sans opérateur à bord. Plusieurs défis en matière de sécurité des systèmes de transport routier automatisés, de coopération entre acteurs publics et privés, ou de modèle économique sont à résoudre pour favoriser le passage à l'échelle.

Le panorama sur la préparation des intercommunalités françaises a ensuite mis en lumière les leviers et les freins pour déployer des navettes et des bus sans conducteur dans les territoires. Les résultats soulignent que des conditions favorables sont déjà présentes partout dans l'Hexagone. Les intercommunalités sont dans l'ensemble très peu informées sur le sujet, mais elles expriment un intérêt pour les navettes automatisées qui est lié avant tout à leurs besoins importants de renforcer l'offre de transport en commun sur leur territoire.

Les travaux de l'écosystème ont justement montré que l'automatisation présente des opportunités économiques pour améliorer les coûts du transport public, sous certaines conditions (maturité technologique, nombre d'intervenants à distance et sur le terrain, mutualisation des ressources). La Communauté s'est également interrogée en 2024 sur les principales externalités générées par un service de mobilité automatisée partagée pour l'environnement et la société. Elle a ainsi mis à jour et étendu son business model canvas d'un opérateur de navettes et de bus automatisés aux différents coûts et bénéfices sociaux et environnementaux de ces services.

La question de l'acceptabilité est enfin cruciale pour le déploiement de véhicules automatisés partagés. Les focus groups menés avec une trentaine d'habitants de la ville de Crest dans la Drôme pour le projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA) ont fait ressortir trois défis majeurs pour l'exploitation d'un service de navette sans conducteur : la levée des freins liés à l'absence d'opérateur à bord du véhicule, l'accompagnement au changement des pratiques de mobilité et la communication autour du projet.

Le programme de travail en 2025

Dans la continuité de ces travaux précédents, les activités de la CIVA en 2025 visent à accompagner le passage à l'échelle de services de navettes automatisées dans les territoires ruraux et périurbains.

Dans ce but, le programme de travail s'articulera autour de trois grands axes :

1. analyser les verrous des intercommunalités à déployer des véhicules automatisés partagés ;
2. proposer un accompagnement pédagogique et opérationnel adapté à chaque profil d'EPCI ;
3. étudier l'utilisation par les usagers d'un service de navette automatisée sans opérateur à bord.

Analyser les verrous des intercommunalités à déployer des véhicules automatisés partagés

Le premier axe d'enquête proposé porte sur la poursuite des travaux autour de la préparation des intercommunalités françaises à la mobilité routière automatisée. Dans le but de compléter le panorama réalisé en 2024, la Communauté souhaite poursuivre la passation de l'indice de préparation auprès d'établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) n'ayant pas encore répondu au questionnaire.

Si l'enquête a permis de dégager 4 grands profils d'EPCI (les « indifférents », les « novices », les « contraints » et les « impliqués ») présentant des besoins particuliers d'accompagnement, ces résultats ne permettent pas de qualifier finement les freins au déploiement qui demeurent sur chaque dimension de l'indice (besoins, connaissances, intérêt, ressources, infrastructures).

Afin d'analyser en profondeur ces verrous, la Communauté prévoit d'organiser des entretiens semi-directifs avec des élus et des agents communautaires intéressés ou impliqués dans des projets de véhicules automatisés partagés.

Proposer un accompagnement pédagogique et opérationnel adapté à chaque profil d'EPCI

Par ailleurs, les résultats des entretiens permettront de construire un accompagnement pédagogique afin de répondre aux principales questions des intercommunalités qui souhaiteraient déployer une navette automatisée. L'objectif de ce deuxième axe est de pouvoir formuler des pistes d'action opérationnelles adaptées à chaque profil d'EPCI pour aider au passage à l'échelle des navettes automatisées dans les territoires.

Étudier l'utilisation par les usagers d'un service de navettes automatisées sans opérateur à bord

Le troisième et dernier axe de travail en 2025 consiste à étudier l'utilisation d'un service de navettes automatisées sans opérateur à bord par ses usagers. Pour ce faire, une enquête de satisfaction sera menée auprès des utilisateurs des navettes qui seront déployées sur le territoire de la ville de Crest et de la communauté de communes du Val de Drôme pour le projet RIMA. L'enquête se déroulera en deux phases pour analyser plus précisément l'effet du retrait progressif de l'opérateur à bord des navettes au profit d'une supervision à distance du service.



© fannyvandecandelaere

ENSEMBLE VERS UNE MOBILITÉ AUTOMATISÉE INCLUSIVE ET DURABLE

La mobilité automatisée avance mais ne se fera pas sans vous. Élus locaux, acteurs privés et citoyens : il est temps de passer à l'action pour construire ensemble un avenir plus connecté, plus écologique et plus inclusif.

Dès demain, chacun peut agir concrètement pour accélérer cette transition bénéfique à tous :

1. Identifier et réunir les parties prenantes. Organisez dès à présent un comité local réunissant élus, entreprises, opérateurs de mobilité et habitants pour poser ensemble les bases d'un projet partagé de mobilité automatisée.
2. Définir un premier cas d'usage concret. Sélectionnez un parcours prioritaire à expérimenter dans votre territoire (par exemple : liaison domicile-école, trajet vers un centre médical ou marché hebdomadaire).
3. Lancer une expérimentation pilote dès cette année. En partenariat avec des opérateurs spécialisés, mettez en place une expérimentation de navette automatisée sur ce parcours pour valider concrètement les bénéfices locaux.
4. Évaluer, adapter et diffuser les résultats. Après quelques mois, analysez les retours d'expérience avec les habitants et les acteurs impliqués, ajustez votre modèle, puis partagez largement vos enseignements afin d'encourager d'autres territoires à suivre votre exemple.

Ensemble, faisons des navettes automatisées le nouveau visage d'une mobilité durable et accessible pour tous.



© beti - Alpcat Médias

REMERCIEMENTS

Pierre-Olivier ADREY • Macif | **Jean-Claude BAILLY** • NAVYA | **Jaâfar BERRADA** • Vedecom | **Véronique BERTHAULT** • RATP/STPA | **Vincent BIHAN-BOCQUET** • Communauté d'agglomération Paris - Saclay | **Nicolas BOUDINET** • MAIF | **Alice BOSLER** • UTP | **Hadrien BRÉAU** • Vinci Construction | **Greivis BUITRAGO GAMEZ** • Conseil & Recherche | **Félix CARREYRE** • Vedecom | **Olivier COPPIN** • Opmobility | **Xavier DELACHE** • DGITM | **Jean-Philippe DOGNETON** • Macif | **Manon ESKENAZI** • LVMT | **Jacques FERRIÈRE** • UTP | **Florence GALLAY** • DGITM | **Alexandre HUOT** • Conseil & Recherche | **Pierre JOUVE** • STRMTG | **Stéphanie KARCHER** • Mairie de Crest | **Patrice KEFALAS** • Michelin | **Elsa LANAUD** • DGITM | **Moroine LAOUFI** • Vinci Autoroutes | **Wendy LAPERRIÈRE** • Conseil & Recherche | **Christophe LEMERCIER** • Mairie de Crest | **William LEVASSOR** • beti | **Noël MERCIER** • ArchParc | **LCL Stéphane MILET** • OCSTI Gendarmerie nationale | **Natacha MÉTAYER** • Vedecom | **Ophélie MORAND** • Conseil & Recherche | **Amanda MULLER** • Navya | **Olivier ORFILA** • Vedecom | **Morgane RÉGNIER** • Dromlib | **Rim REJEB** • Vedecom | **William RIGGS** • Université de San Francisco | **Jean-Christophe RIOTTE** • beti | **Stéphane ROGER** • Vedecom | **Caroline SCHYRR** • Mairie de Crest | **Sébastien SPANGENBERGER** • Movin'On | **Claude VERNE** • Macif | **Nora YENNEK** • Conseil & Recherche



ACRONYMES

ACB : Analyse coût-bénéfice

ACV : Analyse en cycle-de-vie

ADAS : Advanced Driver Assistance System

ADS : Automated Driving System

ALKS : Automated Like Keeping Systems

APAJH : Association pour Adultes et Jeunes Handicapés

AOM : Autorité Organisatrice de la Mobilité

AVENUE : Autonomous Vehicles to Evolve to a New Urban Experience

AVIA : Autonomous Vehicle Industry Association

BJHAD : Beijing High-Level Autonomous Driving Demonstration Area

BHNS : Bus à Haut Niveau de Service

CAICV : Chinese Alliance for the Intelligent and Connected Vehicles

CAPEX : Capital Expenditure

CASA : Communauté d'Agglomération de Sophia Antipolis

CCAM : Connected, Cooperative, and Automated Mobility

CIVA : Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé

CICV : National Innovation Center of Intelligent and Connected Vehicles

CNRV : Centre national de réception des véhicules

CNSR : Conseil National de la Sécurité Routière

DGEC : Direction générale de l'Énergie et du Climat

DGITM : Direction Générale des Infrastructures, des Transports et des Mobilités

DCST : Dossier de Conception du Système Technique

DPS : Dossier Préliminaire de Sécurité

DSP : Délégation de Service Public

DS : Dossier de Sécurité

ENA : Expérimentations de Navettes Autonomes

EPCI : Établissement Public de Coopération Intercommunale

ESE : Évaluation socio-économique

GAME : Globalement au moins équivalent

GART : Groupement des autorités responsables de transport

GES : Gaz à effet de serre

GPS : Global Positioning System

ICV : Intelligent Connected Vehicles

IDFM : Île-de-France Mobilités

IIHS : Insurance Institute for Highway Safety

LOM : Loi d'orientation des mobilités

LVMT : Laboratoire Ville Mobilité Transport

MAC : MouvàCrest

MAMCA : Multi-Actor Multi-Criteria Analysis

NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration

OCSTI : Observatoire central de systèmes de transports intelligents

ODD : Operational Domain Design

OEDR : Object and Event Detection and Response

OPEX : Operational Expenditure

OQA : Organisme Qualifié Agréé

RIMA : Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée

SAM : Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome

SERM : Services Express Régionaux Métropolitains

SGS : Système de gestion de la sécurité

SHOW : SHared automation Operating models for Worldwide adoption

SMAG : Syndicat Mixte d'Aménagement du Genevois

SPL : Société Publique Locale

STRMTG : Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés

STPA : Systèmes de Transport Public Automatisés

STRA : Systèmes de Transport Routier Automatisés

TAD : Transport à la demande

TCO : Total Cost of Operation

TCSP : Transport Collectif en Site Propre

UBR : Unité de bord de route

UTAC : Union technique de l'automobile, du motocycle et du cycle

UTP : Union des Transports Publics et ferroviaires

VA : Véhicules Automatisés

VM : Versement mobilité

VMA : Versement mobilité additionnel

VTC : Voiture de Transport avec Chauffeur

V2X : Vehicle to Everything

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et articles scientifiques

ABRAHAM, Hillary, LEE, Chaiwoo, BRADY, Samantha, FITZGERALD, Craig, MEHLER, Bruce, REIMER, Bryan, COUGHLIN, Joseph F., 2017, « Autonomous vehicles and alternatives to driving: trust, preferences, and effects of age», Proceedings of the Transportation Research Board 96th Annual Meeting, https://urls.fr/dNdmvq.

AUKEMA, Amy, BERMAN, Kate, GAYDOS, Travis, SIENKNECHT, Ted, Chou-Lin, WIACEK, Chris, CZAPP, Tim & ST LAWRENCE, Schuyler, (2023). "Real-world Effectiveness of Model Tear 2015-2020 Advanced Driver Assistance Systems." In 27th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, (ESV) National Highway Traffic Safety Administration (No. 23-0170).

BARTHELMES, Lukas, GÖRGÜLÜ, Mehmet Emre, KAGERBAUER, Martin, 2024, Wissenschaftliche Begleitung der Easy-Mile-Busse in Monheim am Rhein – Ergebnisbericht, Institut für Verkehrswesen, Karlsruher Institut für Technologie, https://urls.fr/z88AX6.

BIGGS, Reinette, de Vos, Alta, Preisel, Rika, Clements, Hayley, Maciejewski, Kristine et Schluter, Maja, 2021, The Routledge Handbook of Research Methods for Social-Ecological Systems, Routledge.

BOBILLIER-CHAUMON, Marc-Eric, DUBOIS, Michel, 2009, « L'adoption des technologies en situation professionnelle : Quelle articulation possible entre acceptabilité et acceptation ? », Le travail humain, 72(4).

BOCKEN, Nancy, SHORT, Samuel, RANA, Padmakshi, EVANS, Steve, 2014, « A Literature and Practice Review to Develop Sustainable Business Model Archetypes », Journal of Cleaner Production, vol. 65, p.42-56, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039.

CARREYRE, Felix, COULOMBEL, Nicolas, BERRADA Jaâfar et al., 2022, « Economic evaluation of autonomous passenger transportation services: a systematic review and meta-analysis of simulation studies », Revue d'Economie Industrielle, n°178-179.

CARTENÌ, Armando., 2020, "The acceptability value of autonomous vehicles: A quantitative analysis of the willingness to pay for shared autonomous vehicles (SAVs) mobility services". Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, volume 8.

CHEE, Pei Nen Esther, SUSILO, Yusak O., WONG, Yiik Diew, PERNESTÅL, Anna, 2020, « Which factors affect willingness-to-pay for automated vehicle services? Evidence from public road deployment in Stockholm, Sweden », European Transport Research Review, 12, 20, https://doi.org/10.1186/s12544-020-00404-y.

CLASSEN, Sherrilene, VANDEWEERD, Carla, STETTEN, Nichole, HWANGBO Seung Woo, WINTER, Sandra, LI, Yuan, 14/02/2024, Assessing Safety and Mobility Benefits of Autonomous Ride Sharing Services, University of Florida, Florida Department of Transportation (FDOT), https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/74844.

DOLINS, Sigma, 2024, Together, We Can Get Somewhere. Exploring potential factors for the implementation of shared, autonomous public transport, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, https://urls.fr/p8xKzN.

DUFFNER-KORBEE, Dorien, NADERER, Gabriele, LIEBHAUSER, Niklas, FOURNIER Guy, 2024, « Social Impact Assessment: Changing Mobility Behaviour by Understanding Customer Needs and

Attitudes », in Automated Vehicles as a Game Changer for Sustainable Mobility. Learnings and Solutions, ed. by Guy Fournier, Adrian Boos, Dimitri Konstantas and Danielle Attias, Cham: Springer Nature Switzerland, Contributions to Management Science, p. 361-391, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_15.

FERRAN, Victor, MAGALLÓN, Ignacio, RODRÍGUEZ, Paola, 2025, « Societal Impacts of Automated Mobility for Public Transport: Insights from a Modified Delphi Study and Expert Interviews », in Shared Mobility Revolution. Pioneering Autonomous Horizons, ed. by Henriette Cornet et Maria Gkemou, Cham: Springer Nature Switzerland, Lecture Notes in Mobility, https://doi.org/10.1007/978-3-031-71793-2_9.

GKARTZONIKAS, Christos, GKRITZA, Konstantina, 2019, « What have we learned? A review of stated preference and choice studies on autonomous vehicles », Transportation Research Part C: Emerging Technologies, https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.12.003.

GRANDSART, Delphine, BULANOWSKI, Kathryn, CORNET, Henriette, DEBBAGHI, Fatima-Zahra, LOUKEA, Matina, GKEMOU, Maria, SCHOISWOHL, Petra, PUTREJ, Walter, 2025, « Stakeholders' Engagement in Shared Automated Mobility: A Comparative Review of Three SHOW Approaches », in Shared Mobility Revolution. Pioneering Autonomous Horizons, ed. by Henriette Cornet et Maria Gkemou, Cham: Springer Nature Switzerland, Lecture Notes in Mobility, p. 161-176, https://doi.org/10.1007/978-3-031-71793-2_10.

GRISONI, Anahita et MADELENAT, Jill, mars 2021, « Le véhicule autonome : quel rôle dans la transition écologique des mobilités ? », La fabrique écologique sur commande du Forum Vies Mobiles, https://doi.org/10.3917/mouv.108.0176.

GUELTON, Sonia, POINSOT, Philippe, 2020, « Mobilités urbaines : quels modèles de financement », L'Économie politique, n°85, https://doi.org/10.3917/leco.085.0036.

HUBER, Dominik, VIERE, Tobias, HORSCHUTZ NEMOTO, Eliane, JAROUDI, Ines, KORBEE, Dorien, FOURNIER, Guy, 2022, Climate and environmental impacts of automated minibuses in future public transportation, Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 102, 103160, https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103160.

JAROUDI, Ines, BOOS, Adrian, VIERE, Tobias, FOURNIER, Guy, 2024, « Environmental Impact Assessment: Externalities of Automated Electric Vehicles for Public Transport », in Automated Vehicles as a Game Changer for Sustainable Mobility. Learnings and Solutions, ed. by Guy Fournier, Adrian Boos, Dimitri Konstantas and Danielle Attias, Cham: Springer Nature Switzerland, Contributions to Management Science, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_14.

JIANG, Like, CHEN, Haibo, CHEN, Zhiyang, 2022, « City readiness for connected and autonomous vehicles: A multi-stakeholder and multi-criteria analysis through analytic hierarchy process », Transport Policy, vol. 128, https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.09.012.

KHAN, Junaid Ahmed, WANG, Lan, JACOBS, Eddie, TALEBIAN, Ahmedraza, MISHRA, Sabyasachee, SANTO, Charles A., GOLIAS, Mihalis, and ASTORNE FIGARI, Carmen, 2019, « Smart Cities Connected and Autonomous Vehicles Readiness Index ». In, Proceedings of ACM/EIGSCC Symposium On Smart Cities and Communities (SCC '19), ACM, New York, NY, USA, , https://doi.org/10.1145/3357492.3358631

KITZINGER, Jenny, 1990, "Audience understandings of AIDS media messages: a discussion of methods", Sociology of health et illness, 12(3), https://doi.org/10.1111/1467-9566.ep11347258.

KITZINGER, Jenny, MARKOVÁ, Ivana, KALAMPALIKIS, Nikos, 2004, « Qu'est-ce que les focus groups ? », Bulletin de psychologie, tome 57, n°471, halshs-00533472.

KRUEGER, Rico, RASHIDI, Taha H., ROSE, John M., 2016, « Preferences for shared autonomous vehicles », Transportation Research Part C: Emerging Technologies, vol. 69, 2016, 343-355, https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.06.015.

LE BRETON, Éric, 2019, « Deux décennies de mobilité inclusive. Émergences et déploiement d'une innovation à la croisée du territoire et du social », accessible sur le site du Laboratoire de la Mobilité Inclusive, https://urls.fr/KR4Ykb.

LÉCUREUX, Benoît, BONNET, Adrien, MANOUT, Ouassim, BERRADA, Jaâfar, BOUZOUINA, Louafi. 2023. "Acceptance of shared autonomous vehicles : A literature review of stated choice experiments". Transportation Research Procedia, 72, https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.815.

LEFEBURE, Pierre, 2011, « Les apports des entretiens collectifs à l'analyse des raisonnements politiques », Revue Française de Science Politique, vol. 61, n° 3, https://doi.org/10.3917/rfsp.613.0399.

LÜDEKE-FREUND, Florian, CARROUX, Sarah, JOYCE, Alexandre, MASSA, Lorenzo, BREUER, Henning, July 2018, « The sustainable business model pattern taxonomy—45 patterns to support sustainability-oriented business model innovation », Sustainable Production and Consumption, vol. 15, https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.06.004.

MILAKIS, Dimitris, VAN AREM, Bart, VAN WEE, Bert, 2017, « Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research », Journal of Intelligent Transportation Systems, vol. 21 (4), p. 324-348, https://doi.org/10.1080/15472450.2017.1291351.

MONÉGER, Ferdinand, 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

MOORE, Dylan, CURRANO, Rebecca, SHANKS, Michael, SIRKIN, David, 2020, "Defense Against the Dark Cars: Design Principles for Griefing of Autonomous Vehicles", Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction

OSTERWALDER, Alexander, PIGNEUR, Yves, 2010, Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers, John Wiley & Sons, The Strategyzer series.

LIU, Peng, GUO, Qianru, REN, Fei, WANG, Linn XU, Zhigang. 2019. "Willingness to pay for self-driving vehicles: Influences of demographic and psychological factors". Transportation Research Part C: Emerging Technologies, volume 100. https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.01.022.

PATEL, Ronik, ETMINANI GHASRODASHTI,Roya,KERMANSHACHI, Sharareh, ROSENBERGER, Jay, & WEINREICH, David, 2021, "Exploring Preferences Towards Integrating the Autonomous Vehicles with the Current Microtransit Services: A Disability Focus Group Study", International Conference on Transportation and Development, https://doi org/10.1061/9780784483534.031.

QUINET, Émile, 23/03/2021, « Avis de gros temps sur les transports collectifs urbains », Futuribles, n°252

SCHOETTLE, Brandon & SIVAK, Michael. 2014. "A survey of public opinion about connected vehicles in the US, the UK, and Australia", Proceedings of the 2014 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE), University of Michigan, Ann Arbor, Transportation Research Institute., https://doi.org/10.1109/ICCVE.2014.7297637.

SIRKIN, David, March 2020, "Defense Against the Dark Cars: Design Principles for Griefing of Autonomous Vehicles", Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, https://doi.org/10.1145/3319502.3374796

RIGGS, William, SCHRAGE, Niel, SHUKLA, Shivani and MARK, Shannon, 2022/08/01, « The Trip Characteristics of a Pilot Autonomous Vehicle Rider Program: Late Night Service Needs and Desired Increases », in Service Quality, Reliability and Safety, http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4195380.

SAUJOT, Mathieu, BRIMONT, Laura, SARTOR, Oliver, 18/06/2018, "Mettons la mobilité autonome sur la voie du développement durable", Studies n°2, Iddri, Paris, France.

TAIEBAT, Morteza, BROWN, Austin, SAFFORD, Hannah, QU, Shen, XU, Ming, 2018, « A review on energy, environmental, and sustainability implications of connected and automated vehicles », Environmental Science & Technology, vol. 52, https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00127.

VIERE, Tobias, BOOS, Adrian, VAN DEN BOOM, Nicole, BENYAHYA, Meriem, BEN MOUSSA, Maher, FOURNIER, Guy, 2024, « Environmental Impact Assessment: Automated Minibuses for Public Transport », in Automated Vehicles as a Game Changer for Sustainable Mobility. Learnings and Solutions, ed. by Guy Fournier, Adrian Boos, Dimitri Konstantas and Danielle Attias, Cham: Springer Nature Switzerland, Contributions to Management Science, p. 279-314, https://doi.org/10.1007/978-3-031-61681-5_13.

VASTBINDER, Boukje, KROESEN, Otto, BLOM, Esther, ORTT, Roland, 2017, « Business, but not as usual. Entrepreneurship and sustainable development in low-income economies », in Entrepreneurship, Innovation and Sustainibility, ed. by Marcus Wagner, London, Routledge, https://doi.org/10.4324/9781351277761.

WALTERS, Joseph George, MARSH, Stuart, RODRIGUES, Lucelia, 2022, « A Rural Transport Implementation Index for Connected, Autonomous and Electric Vehicles », Future Transportation, 2(3), https://doi.org/10.3390/futuretransp2030042.

XIAOBEI, Jiang, YU, Wenlin, LI, Wenjie, GUO, Jiawen, CHEN, Xizheng, GUO, Hongwei, WANG, Wuhong, CHEN, Tao., 2021, "Factors Affecting the Acceptance and Willingness-to-Pay of End-Users : A Survey Analysis on Automated Vehicles". Sustainability 13, no. 23: 13272, https://doi.org/10.3390/su132313272.

ZHANG, Qiyuan, WALLBRIDGE, Christopher D., JONES, Dylan M., MORGAN, Philip L., 2024, « Public perception of autonomous vehicle capability determines judgment of blame and trust in road traffic accidents », Transportation Research Part A : Policy and Practice, vol. 179, https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103887.

ZMUD, Johanna, SENER, Ipek, WAGNER, Jason. 2016. "Consumer Acceptance and Travel Behavior Impacts of Automated Vehicles", Final Report.

Articles et rapports d'experts

AMBLARD, Marc, November 2024, "Robotaxis accelerate, Ride-Hailing Leaders React", Mobility Revolution #93, https://urls.fr/KtuBlK

ASH, Avery, PISHUE, Bob & WEISER, Benjamin, 2017, Highly Autonomous Vehicle City Evaluation, INRIX

Autonomous Vehicle Industry Association, 2025, Securing American Leadership in Autonomous Vehicles. Advancing the Framework for Automated Driving System Safety, https://urls.fr/VM_xdO.

BCG, Morgan Stanley, 2016/09/29, Motor Insurance 2.0.

Communauté d'intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, 2021, Véhicule autonome : d'une approche technologique et urbaine à la mobilité inclusive et durable dans les territoires ? Paris, Conseil & Recherche.

Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, 2022, La mobilité autonome à la rencontre des territoires, Paris, Conseil & Recherche, https://urlz.fr/p1tz.

Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, 2023, De l'expérimentation technologique à l'expérience d'un service de mobilité autonome, Paris, Conseil & Recherche, https://urlz.fr/p0HW.

Communauté d'intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé, 2024, La mobilité routière automatisée à la croisée des chemins, Paris, Conseil & Recherche, https://urlr.me/c59bg.

Deloitte, January 2020, Global Automotive Consumer Study. Is consumer interest in advances automotive technologies on the move?

DEVAUX, Sonia, CHAMARD-TEIRLINCK, Daphné, MERCKAERT, Jean, avril 2024, Territoires ruraux : en panne de mobilité, Secours catholique.

IHS Markit, 2021, Prospect of China's Autonomous Driving and Future Mobility Service Market.

IIHS, May 2020, What humanlike errors do autonomous vehicles need to avoid to maximize safety?

KPMG, 2018, Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles.

LÉVY, Jean-Daniel, POTÉREAU, Julien, BELAGHENE, Yanis, décembre 2024, Transport routier automatisé et véhicules à délégation de conduite : le regard des Français en 2024.

SAM, 2023, Service de rabattement sans opérateur à bord à Toulouse Oncopole, Expérimentation du véhicule routier automatisé, https://urls.fr/CPmkfB.

SAM, 2025, Acoustique et vibrations : quels sont les impacts pour les usagers et les riverains ?, https://urls.fr/cC8igA.

Documents et rapports d'organismes nationaux et internationaux

BONNET, Adrien, 2023, « Acceptabilité des véhicules partagés automatisés : aperçu et littérature », ministère chargé des Transports et Institut Vedecom, Mobilités routières automatisées – connaissances partagées à destination des collectivités locales, https://urls.fr/NEryXo.

BONNET, Adrien, BERRADA, Jaâfar, 2023, « Consentement à payer pour les services de mobilité automatisée », ministère chargé des Transports et Institut Vedecom, Mobilités routières automatisées – connaissances partagées à destination des collectivités locales, https://urls.fr/Je6kk1.

BRUTEL, Chantal, 2023/01/17, Des communautés de communes rurales aux métropoles urbaines : la grande diversité des EPCI à fiscalité propre en France, INSEE Focus, n°286

Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Dezember 2024, Die Zukunft fährt autonom, « Strategie der Bundesregierung für autonomes Fahren im Straßenverkehr » https://urls.fr/8cNymi.

CARREYRE, Félix, 2023, « Évaluation socioéconomique du véhicule automatisé : éléments de méthode », ministère chargé des Transports et Institut Vedecom, Mobilités routières automatisées – connaissances partagées à destination des collectivités locales, https://urls.fr/MarHD5.

Cerema, 2021, Émissions routières des polluants atmosphériques : Courbes et facteurs d'influence.

Commissariat général au développement durable, mars 2020, Chiffres clés du transport, édition 2020.

Commission des finances, 04/07/2023, « L'Essentiel sur la mission d'information sur le financement des autorités organisatrices de la mobilité », Sénat, https://urlr.me/pnLRq.

Conseil National de la Sécurité Routière, comité des experts, 2023/15/12, Aides à la conduite, rapport soumis à la séance plénière du CNSR

DGITM/DMR/TUD, février 2023, Démonstration de sécurité des transports routiers automatisés : l'approche par les scénarios de conduite, Centre de ressources – mobilité routière automatisée et connectée, https://urls.fr/H2lCM7.

DGITM/DMR/TUD, 2024/01/29, Développement de la mobilité routière automatisée et connectée : aperçu des travaux en Chine

DGITM/DMR/TUD, 2024/09/06, Systèmes de transports routiers automatisés : interaction fonctionnelle entre les véhicules automatisés et les forces de sécurité intérieure et de sécurité civile, https://urls.fr/cLC9JE.

DGITM/DMR/TUD/VA, 2023/06/30, Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée. Enjeux de la fixation d'objectifs de sécurité pour les transports routiers automatisés. Synthèse de la consultation des acteurs.

DGITM/DMR/TUD, février 2023, « Règlement d'application européen pour l'homologation des véhicules équipés de systèmes de conduite automatisée, présentation synthétique », Centre de ressources – mobilité routière automatisée et connectée, https://urls.fr/oR0V32.

DGITM/DMR/TUD, 2024/09/06, Systèmes de transports routiers automatisés : Interaction fonctionnelles entre les véhicules automatisés et les forces de sécurité intérieure et de sécurité civile, 6 septembre 2024.

DGITM/DMT/TUD, Mobilité routière automatisée et connectée : mise à jour de la stratégie nationale, document de consultation.

DGITM/SAGS/EP, 8 février 2022, Démonstration de sécurité des systèmes de transport routier automatisés : apports attendus des scénarios de conduite, rapport méthodologique.

DGITM et Vedecom, 2023, Évaluation socioéconomique du véhicule automatisé : éléments de méthode, fiche Mobilités routières automatisées – Connaissances partagées à destination des collectivités locales.

DRAGHI, Mario, Septembre 2024, The future of European competitiveness. Part B: in-depth analysis and recommendations.

GART, 28/09/2023, La mobilité de demain se finance aujourd'hui : L'État doit consolider le modèle économique des AOM , https://urls.fr/LOFsg6.

Gouvernement, mai 2018, Développement des véhicules autonomes. Orientations stratégiques pour l'action publique, document de synthèse.

Gouvernement, janvier 2023, Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée – mise à jour.

IIHS, May 2020, What humanlike errors do autonomous vehicles need to avoid to maximize safety?

INSEE, 2023, Des communautés de communes rurales aux métropoles urbaines : la grande diversité des EPCI à fiscalité propre en France (2021), Paris.

MAUREY, Hervé, SAUTAREL, Stéphane, 04/07/2023, Rapport d'information au nom de la commission des finances sur les modes de financement des autorités organisatrices de la mobilité (AOM), Sénat.

Nations unies, Commission économique pour l'Europe, Comité des transports intérieurs, Forum mondial pour l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules, 6 avril 2020, Proposition de nouveau Règlement ONU énonçant des prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne leur système automatisé de maintien dans la voie, ECE/TRANS/WP.29/2020/81.

NI, Jincheng, DE TRÉGLODÉ, Hervé, mai 2024, « Les robotaxis chinois sont-ils l'avenir de la mobilité ? », France Stratégie, note d'analyse n°138.

OECD, 2023/06/26, « Making Automated Vehicles Work for Better Transport Services: Regulating for Impact », International Transport Forum Policy Papers, vol. 115, https://doi.org/10.1787/2ea70307-en.

ONISR, 2022, La sécurité routière en France. Bilan de l'accidentalité de l'année 2022.

SEBBANE, Lionel, mars 2024, Les structures territoriales au 1er janvier 2024 : changements mineurs dans les cartes communales et intercommunales et poursuite de la baisse du nombre de syndicats intercommunaux, Bulletin d'information statistique de la DGCL, n° 182, Direction Générale des Collectivités Locales.

Union Européenne, 2022/08/26, Règlement d'exécution (UE) 2022/1426 de la commission du 5 août 2022 établissant des règles relatives à l'application du règlement (UE) 2019/2144 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les procédures uniformes et les spécifications techniques pour la réception

par type des systèmes de conduite automatisée (ADS) des véhicules entièrement automatisés. Journal officiel de l'Union européenne, Publications Office (europa.eu).

United Nations, Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee, World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations, 31 March 2020, Proposal for a new UN Regulation on uniform provisions concerning the approval of vehicles with regards to software update and software updates management system, ECE/TRANS/WP.29/2020/80.

United Nations, Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee, World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations, 23 June 2020, Proposal for a new UN Regulation on uniform provisions concerning the approval of vehicles with regards to cyber security and cyber security management system, ECE/TRANS/WP.29/2020/79 Revised.

U.S. Department of Transportation, 2018, Preparing for the future of transportation: Automated vehicles 3.0.

Articles et communiqués de presse

AFP, 11/12/2024, « General Motors abandonne les robotaxis de sa filiale Cruise après un incident majeur », Notre Temps, https://urls.fr/hrp_jJ.

BEAUDET, Benjamin, 29/11/2024, Service sur site fermé chez FM Logistic de niveau L4 – Projet SHOW en 2024, https://urlr.me/EzHsKf.

BEAUDET, Benjamin, 11/10/2024, « Tesla, We Robot », Vigie beti – édition spéciale, https://urls.fr/sIN9dH.

BELLAN, Rebecca, 2025/01/14, « Biden admin's final rule banning Chinese connected cars also bars robotaxi testing on US roads », TechCrunch, https://urls.fr/4JWSwm.

BOURGIN, Yoann, 28/11/2024, « Conduite autonome : Après WeRide et Zeekr, le chinois Pony.ai entre en Bourse aux États-Unis, L'Usine digitale, https://urls.fr/rdaGqP.

BOTTET, Gautier, 09/01/2025, « CES 2025 - Zeekr livrera bien son monospace électrique autonome à Waymo », Automobile Propre, https://urls.fr/A2A8re.

COURTECUISSE, Matthieu, 14/01/2025, « La bataille des taxis autonomes commence maintenant », L'Opinion, https://urls.fr/OXQeFY.

DEVILLER, Estelle, 18/06/2024, Baromètre des Mobilités du Quotidien – 3e édition , Wimoov, https://urls.fr/z5L8kW.

GASGOO, 08/08/2022, « Baidu greenlighted for China's first-ever commercial driverless Robotaxi service » Gasgoo, https://urls.fr/Sdviad.

GAVIN, William, 2024/05/16, « China's Baidu might use Tesla's self-driving robotaxis », Quartz, https://urls.fr/GCqd8Z.

GOPAL, Adithya, 2025/01/14, « WeRide to support autonomous pilot project in Switzerland », ADAS & Autonomous Vehicle International, https://urls.fr/XCQOCV.

HAWKINS, Andrew J., 2024/08/12, « Waymo's Chinese-made robotaxis face new headwinds thanks to Biden's tariffs », The Verge, https://urls.fr/0-ajqA.

HAWKINS, Andrew J., 2024/12/16, « As robotaxi companies stumble in the US, China's fleet is growing », The Verge, https://urls.fr/gvcB52.

HAWKINS, Andrew J., 2024/11/22, « Baidu's supercheap robotaxis should scare the hell out of the US », The Verge, https://urls.fr/PxsE06.

KrASIA Connection, 2024/10/10, « Baidu's Apollo Go eyes global expansion as robotaxi race heats up », KrASIA, https://urls.fr/gPTny_

Lyft, 2024/11/06, Lyft announces new round of autonomous partnerships, https://urls.fr/ebz2sM.

Macif et Institut Vedecom, 20/03/2024, 4ème édition du baromètre Macif Vedecom, Les Français et le Véhicule Automatisé, Mobilité des villes & mobilité des champs : comment les Français abordent-ils le défi des transports ? La navette automatisée, une solution pour demain ?, communiqué de presse, Paris, https://urls.fr/s4D_Ni.

Macif et Institut Vedecom, 27/02/2025, 5ème baromètre Macif Vedecom, Les Français et le Véhicule Automatisé, Mobilité des Français : une envie de changement, des obstacles persistants, communiqué de presse, Paris.

May Mobility, 2024/09/12, Contra Costa Transportation Authority and May Mobility Launch Autonomous Vehicle Service in Martinez, California, https://urls.fr/lFg0vD.

OHNSMAN Alan, 01/10/2024, « Alphabet : Waymo franchit les 150 000 trajets en robotaxi et 1 million de kilomètres par semaine », Forbes, traduction de Lisa Deleforterie, https://urls.fr/3wfxi_.

Renault, 2024/05/15, Véhicule autonome : Renault Group va proposer une offre de niveau 4 ambitieuse pour le transport public, disponible sur : https://urlz.fr/qVbn.

The Waymo & Uber Teams, 2024/09/13, Waymo and Uber expands partnership to bring autonomous ride-hailing to Austin and Atlanta, https://urls.fr/FEp363.

The Waymo, Nihon Kotsu, and GO Teams, 2024/12/16, Partnering with Nihon Kotsu and GO on our first international road trip , https://urls.fr/SIX4Fs.

The Waymo Team, 2024/12/05, Next stop : Miami, https://urls.fr/rj0nWB.

The Waymo Team, 2024/12/19, New Swiss Re study: Waymo is safer than even the most advanced human-driven vehicles, https://waymo.com/blog/2024/12/new-swiss-re-study-waymo.

UFC-Que Choisir, 26/11/2024, Accès aux transports en commun - L'UFC-Que Choisir dévoile les « zones blanches », Service des études, https://urls.fr/JOvHGE.

WELCH, David, VERSPRILLE, Allyson and BLOOMBERG, 2024/12/18, « Trump team is seeking to ease US rules for self-driving cars », Fortune, https://urls.fr/qbiws1.

WESSLING, Brianna, 2024/11/12, « Zoox now testing its robotaxis in San Francisco », The Robot Report, https://urls.fr/RVcLEV

ZHANG, Yiyi, 2024/07/10, « Baidu's robotaxis orders surge, paving way for large-scale autonomous ride-hailing services », The Global Times, https://urls.fr/yZb83-.

Webinaires et conférences

AMBLARD, Marc, 3/12/2024, Déploiement commercial, technologies et financements récents aux USA, symposium mobilité routière automatisée et connectée, Paris.

CLAVEAU, Émeric, SANGLIER, Cédric, 26/09/2024, « Keolis - Cas concret d'une expérimentation de Mobilité Autonome en circulation », Transports routiers automatisés : de l'expérimentation au déploiement, Rendez-Vous Mobilités du Cerema, https://urlr.me/NPZjnJ.

CORNET, Henriette, 3/12/2024, « Analyse des services de véhicules autonomes. Partenariats et attentes du public », symposium mobilité routière automatisée et connectée, Paris.

DELACHE, Xavier (DGITM), JOUVE, Pierre (STRMTG), 3/12/2024 « Réglementation nationale : où en est-on ? Quelles perspectives ? », symposium national mobilité routière automatisée et connectée, Paris, https://urls.fr/0kkI7u.

DGITM-STRMTG et France Véhicules Autonomes, 2024/09/26, Transports routiers automatisés : des expérimentations vers le déploiement, Webinaire du Cerema, https://urls.fr/nr7ZVb.

DGITM/DMR/TUD, 2024/08/07, Symposium international « transports routiers automatisés » du Transportation Research Board (TRB – ARTS 2024 – 29 juillet au 1er août 2024), compte-rendu.

ESKENAZI, Manon, Gouvernance, poster présenté lors de la restitution du projet SAM les 28 et 29 novembre 2023 à Paris.

RUSCIANO, Espedito, 3.12.2024, Status of regulatory activities in Europe on driving automation and next steps, Symposium national Les usages de la mobilité routière automatisée et leur sécurité, Paris.

conseil & recherche

9, passage Dagorno
75020 Paris

contact@conseil-et-recherche.com
+33 1 83 96 59 01

conseil-et-recherche.com

Contacts de la Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé :

Nicolas Marescaux
nmarescaux@macif.fr

Nathalie Irisson
nathalie.irisson@macif.fr

VÉHICULE AUTOMATISÉ

COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT

MOVIN'ON

PILOTÉE PAR

MACIF

POWERED BY conseil & recherche