

VÉHICULE AUTOMATISÉ

— COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT —

MOVIN'ON

RAPPORT 2023 / 2024

La mobilité routière automatisée
à la croisée des chemins

ANNÉE 4

PILOTÉE PAR



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

© 2024 Conseil & Recherche

Auteurs :

Moustafa Benberrah • C&R

Greivis Buitrago Gámez • C&R

Fatim Rhazi • C&R

Nicolas Roussignol • C&R

Thomas Scapin • C&R

Direction Artistique :

Cassandra Desbois • C&R

Contact de la Communauté d'Intérêt

Movin'On sur le Véhicule Automatisé :

Nicolas Marescaux

nmarescaux@macif.fr

VÉHICULE AUTOMATISÉ

— COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT —

MOVIN'ON

RAPPORT 2023 / 2024

La mobilité routière automatisée
à la croisée des chemins

ANNÉE 4

PILOTÉE PAR





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

2^{ème} 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

VÉHICULE AUTOMATISÉ

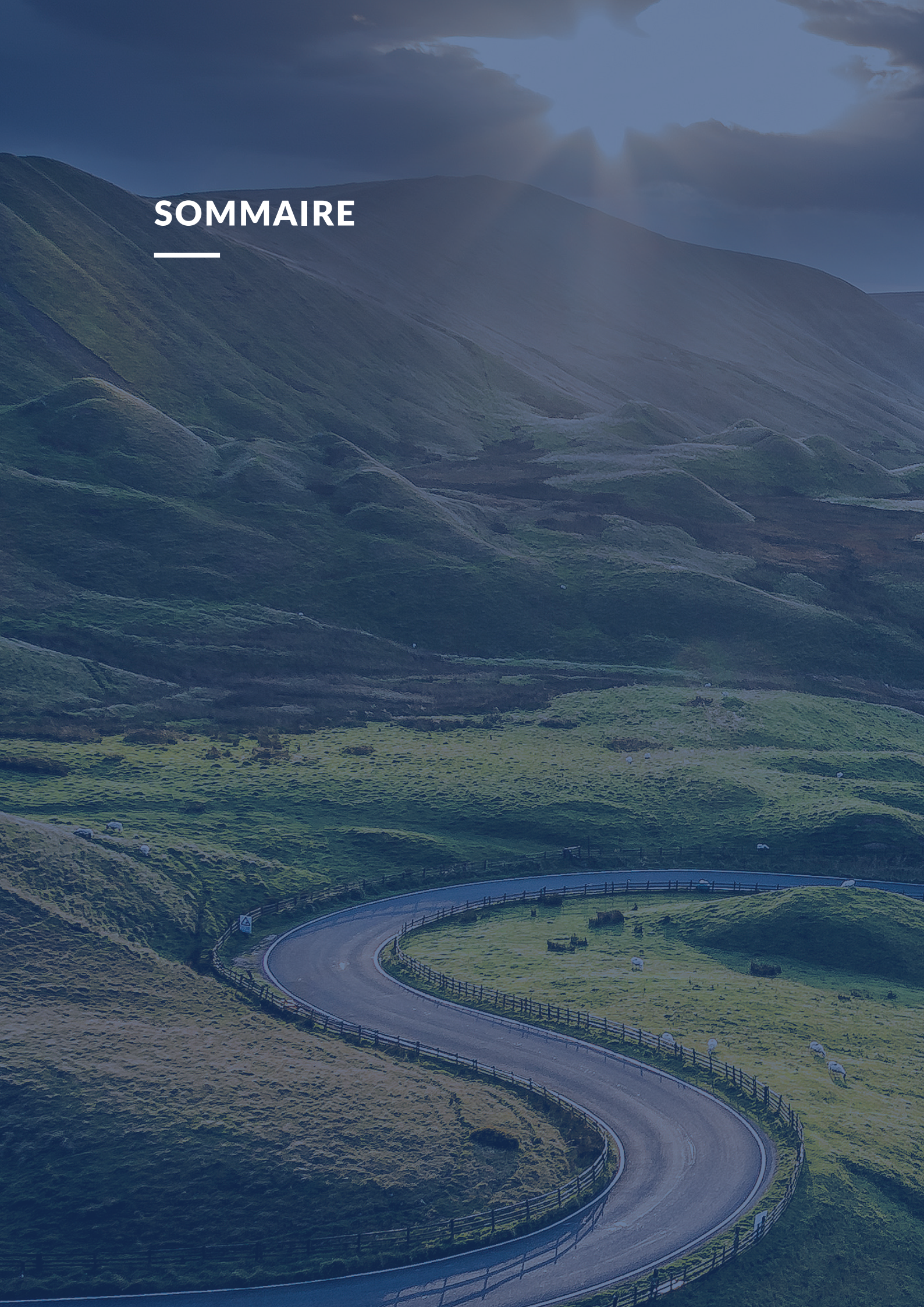
— COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT —

MOVIN'ON

PILOTÉE PAR



SOMMAIRE



LE CONSEIL D'ORIENTATION	p. 8
LES ENTREPRISES PARTENAIRES	p.10
L'ÉQUIPE PROJET	p. 16
LE CALENDRIER	p. 17
 INTRODUCTION - La mobilité routière automatisée à la croisée des chemins	 p. 20
 CHAPITRE I - Quel est l'état d'avancement de la mobilité automatisée en 2023 ?	 p. 32
La mobilité automatisée en France : de l'actualisation de la stratégie nationale au nécessaire accompagnement des territoires	p. 34
La mobilité automatisée en Europe et dans le monde : l'accélération des déploiements de services à la demande	p. 48
La mobilité automatisée pour le transport public : le difficile passage de l'expérimentation à l'exploitation	p. 66
 CHAPITRE II - Un index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité routière automatisée	 p. 86
État de l'art sur les index de maturité	p. 88
Un index de maturité des territoires, pour quoi faire ?	p. 96
Des premiers résultats sur la maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée	p. 106
 CHAPITRE III - Un modèle holistique pour déployer un service de mobilité routière automatisée	 p. 120
Le macro-environnement du marché de la mobilité routière automatisée	p. 122
L'écosystème d'affaires d'un service de mobilité automatisée	p. 134
Le modèle d'affaires d'un opérateur de transport routier automatisé	p. 142
 ET MAINTENANT ? - Mettre en pratique et évaluer un service de mobilité routière automatisée	 p. 154
 ANNEXES	 p. 158
REMERCIEMENTS	p. 161
ACRONYMES	p. 162
BIBLIOGRAPHIE	p. 164



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 spécialiste de la mobilité automatisée pour les transports publics en se penchant sur les avantages, les limitations et les exigences technologiques dans une approche multi-acteurs. De 2020 à 2023, elle a dirigé le domaine thématique de la mobilité automatisée à l'Association Internationale du Transport Public (UITP) et a supervisé le projet européen SHOW. Elle a également dirigé une équipe de designers spécialisés dans la mobilité automatisée à l'institut de recherche TUMCREATE à Singapour.



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

Délégué général du Laboratoire de la Mobilité inclusive (LMI). 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.



DAMIEN ADAM

Assemblée nationale

Député Renaissance de la 1^{ère} circonscription de Seine-Maritime, Damien est membre de la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire de l'Assemblée nationale. En tant que représentant de la Nation, il apporte un point de vue politique aux travaux de la Communauté.



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, Gama, Macif, Maif, Michelin, Microsoft, Orange, Vinci, SNCF) 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.



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.



FRÉDÉRIC CHARON

Group Open Innovation Director

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



ENTREPRISES PARTENAIRES



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.

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 adjoint Réponses Besoins Sociétaires & Innovation

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



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

Emeric, 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



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 intercity. 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.



GREIVIS BUITRAGO GÁMEZ

Chercheuse en Sciences Économique

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



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.



NICOLAS ROUSSIGNOL

Chercheur en Sciences de gestion

Titulaire d'un doctorat en Sciences de gestion de l'Université Paris Dauphine PSL, Nicolas a conduit des travaux sur l'approche business model(ling) et la pensée systémique à travers une démarche de recherche collaborative.



CASSANDRA DESBOIS

Graphiste

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



LE CALENDRIER DES TEMPS FORTS DE LA COMMUNAUTÉ

4 Événements	7 Newsletters 1 Rapport annuel	6 Ateliers	3 Réunions de pilotage
● 7/8 FÉVRIER Forum de l'AIT	● 21 AVRIL	● 27 AVRIL La place des navettes autonomes dans l'actualisation de la stratégie nationale	● 25 MAI Conseil d'orientation
● 1 ^{ER} JUIN Movin'On Leadership Day	● 2 JUIN ● 23 JUIN	● 9 JUIN L'association des territoires au développement de la mobilité automatisée. ● 29 JUIN Quels enseignements tirer des projets européens AVENUE, SHOW et ULTIMO ?	
	● 12 SEPTEMBRE ● 25 SEPTEMBRE	● 28 SEPTEMBRE Quelle réalité pour les robots-taxis aux États- Unis et en Chine ?	
● 17/18 OCTOBRE Rencontres Nationales du Transport Public	● 23 OCTOBRE	● 26 OCTOBRE Quel bilan pour le projet Expérimentations de Navettes Autonomes (ENA) ?	● 25 OCTOBRE Rencontre des dirigeants des entreprises de la CIVA
● 21/23 NOVEMBRE Salon des Maires et des Collectivités Locales	● 21 NOVEMBRE	● 24 NOVEMBRE Quels changements entraîne la mobilité automatisée dans les métiers du transport public ?	
	● FÉVRIER 2024 Rapport annuel		● 7 FÉVRIER 2024 Conseil d'orientation

1

Quel est l'état d'avancement de la
mobilité routière automatisée
en 2023 ?

PAGE 32

2 3

Un index de maturité des territoires
pour le déploiement de la mobilité
routière automatisée

PAGE 86

Un modèle holistique pour
déployer un service de mobilité
routière automatisée

PAGE 120



INTRODUCTION

LA MOBILITÉ ROUTIÈRE AUTOMATISÉE À LA CROISÉE DES CHEMINS

Convaincue que les véhicules automatisés peuvent être une solution pour favoriser la mobilité de tous en particulier dans les territoires ruraux et périurbains, **la Macif a créé en 2019 au sein de l'écosystème Movin'On**, premier écosystème mondial de co-innovation en faveur de la mobilité durable, une Communauté d'intérêt dédiée à ce sujet. Elle regroupe aujourd'hui 12 entreprises majeures qui travaillent ensemble dans une démarche d'*open innovation* : beti, BNP Paribas Cardif, Forvia, Gama, Kantar, Macif, Maif, Michelin, Microsoft, Orange, SNCF et Vinci.

Les travaux s'appuient en outre sur un **Conseil d'orientation** composé de représentants des entreprises membres (Yann Arnaud – Macif, Alexis Offergeld – Movin'On LAB), de chercheurs et d'experts (Henriette Cornet – Experte en mobilité automatisée, Gérard Hernja – École de Conduite Française, Francis Demoz – Laboratoire de la Mobilité Inclusive), et d'acteurs politiques (Damien Adam – député de Seine-Maritime, Frédéric Cuillerier – maire de Saint-Ay (Loiret) et co-président de la commission « Transports, mobilités, voirie » de l'AMF). Le rôle de ces sept grands témoins est de partager avec la Communauté leur vision du sujet et de l'aider à orienter ses travaux.

La Communauté se concentre sur un modèle spécifique : la navette automatisée partagée qui pourrait permettre de désenclaver les territoires, d'accélérer la transition écologique et de faciliter la mobilité des populations pour un meilleur accès à l'emploi, l'éducation, la santé etc. L'objectif est en effet de favoriser l'émergence d'une mobilité plus durable et plus inclusive, à la fois socialement et territorialement, grâce aux véhicules automatisés. **La Communauté souhaite ainsi apporter une contribution différente et novatrice en se mobilisant autour d'un axe fort :**

MOBILITÉ POUR TOUS, AUTONOMIE POUR TOUS

VIA LE VÉHICULE AUTOMATISÉ PARTAGÉ,

DANS LES TERRITOIRES RURAUX & PÉRIURBAINS

UN NOUVEAU CYCLE DE TRAVAIL POUR LA COMMUNAUTÉ

Un premier cycle fructueux en 2020-2022

La Communauté a clôturé en 2022 un premier programme de travail trisannuel (2020-2022) grâce auquel elle s'est imposée comme un acteur central de la réflexion sur le développement de l'automatisation de la conduite. Elle est reconnue pour avoir contribué à :

- > questionner et consolider la place des véhicules automatisés dans les territoires ruraux et périurbains ;
- > souligner l'importance des dimensions non-techniques de la mobilité automatisée, en particulier l'acceptabilité et l'acceptation de cette innovation ;
- > sonder et associer les élus locaux pour réfléchir au développement de la mobilité automatisée dans les territoires ;
- > produire des résultats inédits sur la place des collectivités locales qui ont directement alimenté l'actualisation de la stratégie nationale sur la mobilité routière automatisée et connectée du Gouvernement.

Un nouveau programme ambitieux pour 2023-2025

Face au succès de ce premier cycle et dans la continuité de ses grandes orientations, la Communauté a engagé en 2023 un nouveau programme de travail de trois ans. Il est orienté par la volonté de ses entreprises membres de tester empiriquement un système de transport routier automatisé en zone rurale et périurbaine et de contribuer à la mise en place de services commerciaux sur l'ensemble du territoire.

Ce nouveau cycle doit en effet permettre à la Communauté de passer d'une réflexion théorique sur la possibilité et l'opportunité de développer la mobilité routière automatisée en zone peu dense, à une réflexion pratique ancrée dans la réalité quotidienne des territoires et de leurs habitants. La Communauté entend ainsi démontrer les apports concrets d'un service de transport routier automatisé partagé ou collectif dans les territoires ruraux et périurbains.

Dans cette perspective, elle s'est associée au pilote de service « Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée » (RIMA) qui sera déployé à partir de 2024 sur le territoire rural de Crest et de la Communauté de Communes du Val de Drôme.



Je suis très heureux que la CIVA entame un nouveau cycle triennal de travaux, merci aux dirigeants des entreprises qui la composent d'avoir soutenu la poursuite de ses activités : cette décision consolide son inscription comme acteur de référence de tout l'écosystème français de la mobilité automatisée, grâce à sa capacité à apporter un point de vue novateur et répondre de manière collective aux grandes questions de la mobilité du futur, comme celle du marché des véhicules automatisés pour le transport collectif et partagé, ou celle de la préparation des collectivités et des opérateurs à leur déploiement.

Jean-Philippe Dogneton, Directeur général de la Macif
Rencontre des dirigeants, 25 octobre 2023



LE PROJET RÉSEAU INCLUSIF

DE MOBILITÉ AUTOMATISÉE (RIMA)

Lauréat en novembre 2022 de l'appel à projets « Mobilités Routières Automatisées », lancé dans le cadre du 4^{ème} Programme d'Investissements d'Avenir (PIA4) – France 2030, le projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA) est porté par quatre entreprises membres de la Communauté : beti, Macif, Gama (ex. Navya) et Vinci Construction via sa filiale SVMS¹.

RIMA se démarque par son ambition de mettre en place un pilote de service de mobilité routière automatisée à grande échelle en territoire rural. Il vise le déploiement et la mise en réseau de sept navettes automatisées, dont 4 sans opérateur à bord, selon un modèle mixte de transport de passagers et de marchandises couvrant une zone de 50 km².



Lauréat
4^e Programme
d'Investissements
d'Avenir, France 2030



50
km²



1 modèle de mobilité
passagers &
marchandises



7
véhicules
automatisés

En mutualisant leurs savoir-faire, les quatre membres du consortium souhaitent délivrer une solution clé en main, en assurant le développement technique et l'exploitation des navettes automatisées, la mise en place de l'infrastructure nécessaire, en adéquation avec les besoins et les attentes des utilisateurs finaux et des parties prenantes du territoire : collectivités, entreprises, associations, habitants et usagers.

Afin de définir un modèle économique soutenable pour les territoires peu denses et apporter un service aux habitants, le dispositif RIMA répondra à quatre types de mobilité en zone rurale :

- > la mobilité du quotidien,
- > la mobilité santé,
- > la mobilité inclusive,
- > la mobilité touristique.

De son côté, la Communauté d'intérêt s'est associée au projet RIMA et apportera deux contributions :

- > l'évaluation de l'acceptabilité et l'acceptation du service de navettes automatisées ;
- > l'analyse de l'inscription du réseau dans le territoire et ses liens avec les différentes parties prenantes.

Les résultats produits grâce à ces enquêtes viendront ainsi nourrir le développement du volet serviciel du dispositif en participant à la meilleure prise en compte de l'expérience passager et des apports du réseau sur le territoire. Ils serviront également au bien commun en améliorant la connaissance et l'expérience autour du déploiement de systèmes de transport automatisés en zone rurale.

Le lancement opérationnel du pilote de service est prévu pour septembre 2024.

¹ beti, Macif, NAVYA et VINCI Construction, lauréats du PIA4 dans le cadre d'un projet commun pour développer un Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée en territoire Crest Val de Drôme, 21 novembre 2022, <https://presse.macif.fr/actualites/beti-macif-navya-et-vinci-construction-laureats-du-pia4-dans-le-cadre-dun-projet-commun-pour-developper-un-reseau-inclusif-de-mobilite-automatisee-en-territoire-crest-val-de-drome-b5c9-821df.html>.



De gauche à droite : C. Seureau - Orange, T. Scapin - C&R, N. Marescaux - Macif, N. Irsson - Macif, E. Faugère - Maif, I. Rio-Lopes - Kantar, A. Offergeld - Movin'On.

Le programme de travail de la Communauté sur la période 2023-2025 s'articule plus précisément autour de quatre grands objectifs :

- > **développer un modèle holistique et répliquable** 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.

Afin d'affirmer la cohérence avec la stratégie nationale et l'écosystème français, mais aussi éviter les confusions avec le niveau 5 d'automatisation qui apparaît aujourd'hui inaccessible, les entreprises membres ont d'ailleurs fait le choix de rebaptiser la Communauté en :

« COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT MOVIN'ON SUR LE VÉHICULE AUTOMATISÉ » (CIVA)



2023

*Préparer un modèle
global de déploiement
et d'exploitation*



2024

*Tester
empiriquement*



2025

Répliquer

LES TRAVAUX DE LA CIVA EN 2023

En 2023, la Communauté a souhaité faire le point sur les développements récents en matière de mobilité automatisée. Cette dernière apparaît à la croisée des chemins entre le « gouffre des désillusions » et la « pente de l'illumination » décrites dans le cycle du *Hype* (engouement) utilisé par le cabinet Gartner pour représenter l'engouement autour d'une nouvelle technologie². La période actuelle est en effet marquée par un double mouvement à la fois de restructuration et de consolidation du secteur des véhicules automatisés au niveau mondial.

D'une part, ce mouvement de restructuration s'est manifesté par les difficultés de natures diverses qu'ont connues cette année des acteurs emblématiques. Par exemple, ce fut le cas de Navya, le fabricant français de navettes automatisées, placé en redressement judiciaire en début d'année puis repris en avril³ par l'entreprise française Gaussin et le groupe japonais Macnica Mobility à l'origine de la nouvelle marque Gama. De l'autre côté de l'Atlantique, la société de robots-taxis Cruise, soutenue par General Motors, a annoncé en novembre la suspension de toutes ses activités aux États-Unis à la suite d'un accident impliquant un de ses véhicules sans conducteur à San Francisco⁴.

D'autre part, on constate une consolidation depuis la fin 2022 des conditions nécessaires pour le passage à l'échelle de services de mobilité automatisée qui s'exprime de plusieurs manières. On peut citer l'adoption en France d'un cadre légal⁵ permettant la circulation de systèmes de transport automatisés, ou l'émergence en Europe de pilotes de services de navettes automatisées avec les projets SHOW⁶ et ULTIMO⁷. L'accélération est aussi visible aux États-Unis, en particulier avant le coup d'arrêt de Cruise, et surtout en Chine avec l'extension des déploiements de services commerciaux de robots-taxis, sans opérateur à bord, dans cinq villes (Pékin, Shanghai, Guangzhou, Chongqing et Wuhan)⁸.

La Communauté s'est également concentrée en 2023 sur l'appréhension des contraintes, des apports et des coûts d'un service de mobilité automatisée en territoire rural ou périurbain. L'objectif des travaux était d'aborder ce sujet selon deux points de vue complémentaires : celui des collectivités locales (la demande) qui souhaitent déployer un véhicule automatisé partagé ou collectif sur leur territoire et celui des entreprises de transport (l'offre) qui mettent en place et opèrent le service.

² Pour une présentation de ce cycle, voir Communauté d'Intérêt Movin'On sur le *Véhicule Autonome, Véhicule autonome : d'une approche technologique et urbaine à la mobilité inclusive et durable dans les territoires ?*, Paris, Conseil & Recherche, 2020, p. 90, <https://www.calameo.com/read/0064875662b5377bc968e?authid=Acns76Z6bh4q>.

³ <https://trm24.fr/gaussin-reprend-navya-specialise-dans-la-conduite-autonome/>.

⁴ <https://www.theverge.com/2023/10/27/23934595/cruise-robotaxi-autonomous-vehicle-pause-operations-us-nationwide>.

⁵ 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.

⁶ Le projet « SHared automation Operating models for Worldwide adoption » (SHOW) est la plus grande démonstration actuellement en Europe de mobilité automatisée et partagée, voir <https://show-project.eu>.

⁷ <https://ultimo-he.eu/about-ultimo/#overview>.

⁸ <https://www.orsayconsulting.net/robotaxis-tech-regulations-public-acceptance>.



Pour permettre aux collectivités locales et aux entreprises de comprendre les implications du déploiement et de l'exploitation d'un service de mobilité automatisée en zone peu dense, il convient de leur proposer une approche systémique qui tienne compte à la fois des dimensions technologique, économique, sociale, juridique, politique et environnementale de ces solutions innovantes de mobilité. En capitalisant sur l'ensemble des analyses et des enquêtes réalisées depuis sa création, la Communauté a ainsi travaillé en 2023 sur l'élaboration de deux modèles :

- > **un index pour évaluer la maturité des intercommunalités** en matière de déploiement de systèmes de transport automatisés;
- > **un modèle holistique pour appréhender dans toutes ses dimensions l'exploitation par un opérateur** d'un service de mobilité automatisée partagé ou collectif.

Ce rapport rend compte de l'ensemble de ces travaux et se structure en trois grands chapitres :

Chapitre 1 : un état d'avancement de la mobilité automatisée en 2023

La Communauté a organisé en 2023 six ateliers visant à faire un point sur l'actualité et l'état d'avancement de la mobilité automatisée à trois niveaux :

- > **en France**, à travers la discussion de la nouvelle actualisation en début d'année de la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée (atelier 1) et de l'association des collectivités territoriales au déploiement de la mobilité automatisée (atelier 2) ;
- > **en Europe et dans le monde**, avec une présentation des programmes européens d'expérimentations de véhicules automatisés AVENUE, SHOW et ULTIMO (atelier 3) et de la réalité des déploiements de services de robots-taxis aux États-Unis et en Chine (atelier 4) ;

- > **pour le transport public** en revenant sur les enseignements tirés du projet Expérimentations de Navettes Autonomes (ENA) (atelier 5) et l'évolution des compétences et des métiers en lien avec l'exploitation d'un système de transport collectif automatisé (atelier 6).

Ces ateliers ont permis de dresser un bilan des évolutions de la mobilité automatisée au niveau international, national et local. Ils ont mis en exergue le chemin qui reste à parcourir pour passer de l'expérimentation des technologies de conduite automatisée au déploiement à grande échelle et à l'exploitation de services commerciaux de **transports** sans chauffeur.

Chapitre 2 : un index de maturité des territoires pour le déploiement de systèmes de transport automatisés

Après avoir réalisé une première mondiale en sondant en 2021 les élus locaux français sur leur intérêt pour la mobilité automatisée⁹, la Communauté a souhaité aller plus loin en 2023 en proposant un index pour évaluer la maturité des territoires pour le déploiement de systèmes de transport automatisés. La plupart des travaux sur cette thématique portent sur des index pensés à l'échelon des États ou des villes¹⁰. La Communauté a innové en se focalisant sur la mise en place d'un index adapté aux territoires en France, en particulier aux intercommunalités, et susceptible d'accompagner leur appréhension et leur prise de décision sur la mobilité automatisée.

L'index de maturité des territoires vise à permettre aux intercommunalités d'auto-évaluer leur niveau de préparation pour mettre

en place un système de transport automatisé sur leur territoire. Il s'agit d'une contribution de la CIVA à la stratégie nationale et aux actions de l'État pour accompagner les collectivités locales dans le développement de la mobilité routière automatisée. Le questionnaire de l'index, co-construit avec les entreprises membres de la Communauté, les parties prenantes de l'écosystème français ainsi que les représentants de l'État et des collectivités locales, a commencé à être administré lors du salon des maires et des collectivités locales en novembre 2023. Ce rapport présente des premiers résultats de l'index à partir des réponses collectées auprès d'élus et d'agents d'intercommunalités lors du salon.

Chapitre 3 : un modèle holistique pour appréhender le déploiement et l'exploitation d'un service de mobilité automatisée partagé ou collectif

Enfin, la Communauté a consacré en 2023 un autre volet de ses travaux à l'élaboration d'un modèle holistique. Ce modèle théorique intègre et analyse le lien entre la technologie et toutes les dimensions non-techniques (politique, économique, sociale, environnementale, juridique etc.) à prendre en compte pour le déploiement et l'exploitation d'un service de navettes automatisées en zone rurale et périurbaine. Le modèle holistique a en effet pour but d'identifier précisément et d'objectiver les apports, les limites et les coûts, à la fois directs et indirects, d'un service de mobilité automatisée en territoire peu dense.

Le modèle holistique vient compléter la perspective de l'index de maturité des territoires en s'intéressant cette fois-ci au point de vue de l'entreprise en charge de déployer et d'opérer un système de transport automatisé. En complément de l'analyse de l'environnement macro-économique, ce modèle comprend une analyse de l'écosystème d'affaires dans lequel évolue l'opérateur et un canevas de modèle d'affaires (*business model canvas*) pour exploiter un service partagé ou collectif de véhicules automatisés pour le transport de passagers et de marchandises en territoire rural ou périurbain.

⁹ Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, *La mobilité autonome à la rencontre des territoires*, Paris, Conseil & Recherche, 2021, p. 152-236, <https://www.calameo.com/read/0064875661e2f06d2921c?authid=4ZSBbiKqqPSu>.

¹⁰ KPMG, 2018, *Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles*, <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/tw/pdf/2018/03/KPMG-Autonomous-Vehicle-Readiness-Index.pdf>.

PARTAGES ET ÉCHANGES

AUTOUR DES TRAVAUX DE LA CIVA

EN 2023

Au cœur des réflexions sur la mobilité automatisée en France et en Europe, la Communauté d'intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé (CIVA) s'est distinguée lors de sa quatrième année par la tenue d'échanges riches et d'initiatives marquantes de valorisation de ses travaux. Cette année a été rythmée par des temps forts de trois natures : les échanges entre partenaires de la Communauté, la diffusion des travaux au sein du Movin'On et le rayonnement extérieur des travaux. Ces moments clés illustrent non seulement l'engagement de la CIVA pour une mobilité du futur durable, innovante et inclusive mais témoignent également de son rôle incontournable dans la définition des contours de la mobilité automatisée.

Les échanges entre partenaires de la Communauté

Le Conseil d'orientation :

Le sixième Conseil d'orientation de la Communauté d'Intérêt s'est tenu le 25 mai 2023 au siège parisien de la Maif. Introduit par Yann Arnaud, président du Conseil d'orientation et Directeur Réponses besoins sociétaires et Innovation de la Macif, il a réuni les représentants des entreprises partenaires et les membres du Conseil d'orientation. À cette occasion, la Communauté d'intérêt a présenté un bilan des activités et des travaux réalisés en 2022. Les participants ont également échangé autour des orientations de la Communauté d'Intérêt pour la période 2023-2025.

La troisième rencontre des dirigeants de la CIVA :

La troisième rencontre des dirigeants des entreprises membres de la Communauté s'est tenue le 25 octobre 2023 en visioconférence. Cette réunion a été l'occasion de présenter les résultats produits lors de la troisième année de la CIVA, d'échanger sur les travaux en cours et à venir, et de recueillir les retours des dirigeants sur les sujets à approfondir dans le cadre des activités de la Communauté.



L'année 2023 a été riche en échanges et collaborations pour la Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé, marquée par notre étroite interaction avec les principaux acteurs de la mobilité automatisée tant en France qu'en Europe. Notre démarche vise à contribuer au bien commun en partageant notre vision sur l'adaptation de la mobilité automatisée aux besoins spécifiques des habitants des territoires ruraux et périurbains.

Nicolas Marescaux,
Directeur adjoint Réponses Besoins Sociétaires et Innovation de la Macif



La diffusion des travaux de la CIVA au sein du Movin'On

La participation à l'émission Movin'On Inside

La CIVA, représentée par Nicolas Marescaux de la Macif et Benjamin Beaudet de beti, a pris part à l'émission Movin'On Inside dédiée à la mobilité dans les zones peu denses diffusée en mars. Lors de l'émission, Nicolas a souligné l'engagement de la Communauté en faveur d'une mobilité durable et inclusive par le biais des navettes automatisées. Il a également mis en avant les avantages du travail en open innovation, tout en présentant les réalisations de la CIVA. Benjamin a poursuivi en abordant le passage de l'ambition à l'action en évoquant les enseignements qui peuvent être tirés grâce aux expérimentations. Il a présenté à ce propos le projet de pilote de service de Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA) qui sera mené sur le territoire de Crest et du Val de Drôme.

La participation au Movin'On Leadership Day

Communauté d'intérêt emblématique de l'écosystème Movin'On, la CIVA a pris part activement au Movin'On Leadership Day organisé le 1er juin 2023 à Bruxelles. Plusieurs membres de la Communauté se sont déplacés à Bruxelles pour participer à l'événement. Yann Arnaud, Président du Conseil d'Orientation, est intervenu lors de la plénière sur les atouts de la co-anticipation, de la co-innovation et de l'apport de Movin'On au service de l'intérêt général. Des représentants des entreprises membres ont également participé à un atelier sur la co-innovation au service de nouvelles solutions de mobilité.





Le rayonnement extérieur des travaux de la CIVA

Les interventions auprès de l'écosystème France Véhicules Autonomes

Dans une perspective de partage de connaissances et d'open innovation, la CIVA, représentée par Nicolas Marescaux de la Macif, a également partagé ses travaux auprès des partenaires de l'écosystème France Véhicules Autonomes. Il est en effet intervenu lors des séminaires sur l'acceptabilité et les collectivités locales organisés par la DGITM et a assuré l'animation du groupe de travail sur les territoires du comité Systèmes de Transports Publics Automatisés (STPA).

La participation à différents salons professionnels

La participation de la CIVA à différents salons a enfin été l'occasion d'échanger avec les parties prenantes sur le terrain et de faire rayonner les travaux de la Communauté.

LE FORUM DE L'AIT

L'Agence de l'Innovation pour les Transports (AIT) du ministère des Transports a organisé les 7 et 8 février 2023 à la Cité des sciences et de l'industrie à Paris, le 1er forum national de l'innovation dans le secteur des transports.

Yann Arnaud de la Macif a présenté les travaux conduits au sein de la Communauté et a souligné les synergies avec le projet RIMA pour tester un pilote de service de navettes automatisées dans la Drôme.

LES RNTP

Les Rencontres Nationales du Transport Public (RNTP) se sont tenues du 17 au 19 octobre 2023 à La Grande Halle d'Auvergne de Clermont-Ferrand. Cet événement national a réuni durant trois jours tous les professionnels du transport public. Nathalie Irisson de la Macif, Benjamin Beaudet de beti et Alexis Offergeld du Movin'On ont présenté les travaux conduits au sein de la CIVA, l'ancrage de la Communauté au sein de l'écosystème Movin'On et le projet RIMA. La CIVA comptait parmi les trois Communautés d'intérêt Movin'On présentes à cet événement majeur du secteur de la mobilité.

LE SMCL

Le Salon des Maires et des Collectivités Locales (SMCL) s'est tenu du 21 au 23 novembre 2023 Porte de Versailles à Paris. Ce salon a été l'occasion pour la CIVA de présenter en avant-première son index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée. Les élus et décideurs locaux présents ont été invités à répondre au questionnaire pour évaluer le niveau de préparation de leur territoire à la mobilité automatisée partagée et collective.



De gauche à droite : P. Chehwan - beti, W. Levassor - beti, H. Bréau - Eurovia / Vinci, B. Beaudet - beti, A. Audigé - Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM), Y. Arnaud - Macif, O. Bernard - Serenity Concept, B. Mourey - Gama, X. Delache - DGITM, N. Irisson - Macif, S. Spangenberg - Movin'On, L. Siffre - Michelin, A. Offergeld - Movin'On, E. Calle - Keolis, E. Lebeau - Védécom, C. Barbier - Keolis.

CHAPITRE 1

QUEL EST L'ÉTAT D'AVANCEMENT DE LA MOBILITÉ ROUTIÈRE AUTOMATISÉE EN 2023 ?

En 2023, la Communauté a organisé six ateliers visant à faire un point sur l'actualité et l'état d'avancement de la mobilité automatisée à trois niveaux :

- > en France (partie 1), à travers la discussion de la nouvelle actualisation en début d'année de la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée (atelier 1) et de l'association des collectivités territoriales au déploiement de la mobilité automatisée (atelier 2) ;*
- > en Europe et dans le monde (partie 2), avec une présentation des programmes européens d'expérimentations de véhicules automatisés AVENUE, SHOW et ULTIMO (atelier 3) et de la réalité des déploiements de services de robots-taxis aux Etats-Unis et en Chine (atelier 4) ;*
- > pour le transport public (partie 3), en revenant sur les enseignements tirés du projet Expérimentations de Navettes Autonomes (ENA) (atelier 5) et l'évolution des compétences et des métiers en lien avec l'exploitation d'un système de transport collectif automatisé (atelier 6).*

Ces ateliers ont permis d'approfondir les thèmes sur lesquels les connaissances de la Communauté méritaient d'être mises à jour (stratégie nationale, rôle des collectivités locales, projet ENA) ou approfondies (réalité des déploiements en Europe, aux États-Unis et en Chine, nouvelles compétences liées à l'automatisation).

Ils dressent un bilan des évolutions de la mobilité automatisée au niveau international, national et local et mettent finalement en exergue le chemin qui reste à parcourir pour passer de l'expérimentation des technologies de conduite automatisée au déploiement à grande échelle et à l'exploitation de services commerciaux de transport sans chauffeur.



p. 34

PARTIE 1

LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE EN
FRANCE : DE L'ACTUALISATION DE LA
STRATÉGIE NATIONALE AU NÉCESSAIRE
ACCOMPAGNEMENT DES TERRITOIRES

p. 48

PARTIE 2

LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE EN EUROPE
ET DANS LE MONDE : L'ACCÉLÉRATION DES
DÉPLOIEMENTS DE SERVICES À LA DEMANDE

p. 66

PARTIE 3

LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE POUR LE
TRANSPORT PUBLIC : LE DIFFICILE
PASSAGE DE L'EXPÉRIMENTATION
À L'EXPLOITATION

♦

LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE EN FRANCE : DE L'ACTUALISATION DE LA STRATÉGIE NATIONALE AU NÉCESSAIRE ACCOMPAGNEMENT DES TERRITOIRES

La stratégie nationale sur la mobilité routière automatisée et connectée en France a été mise à jour fin 2022 pour s'adapter aux évolutions dans ce domaine. Elle se concentre sur les besoins de connectivité, le financement de l'offre de véhicules et de services et l'accompagnement des collectivités locales dans le déploiement à grande échelle de transports automatisés. En effet, l'association des territoires au développement de la mobilité automatisée demeure limitée malgré l'intérêt de nombreux élus locaux. Les collectivités locales expriment ainsi le besoin d'être accompagnées sur ce sujet, comme l'ont également montré les travaux de la CIVA, ce qui a poussé l'État à la création d'un centre de ressources partagées sur la mobilité automatisée.

L'actualisation de la stratégie nationale sur la mobilité routière automatisée et connectée

Le Gouvernement a présenté début 2023 une mise à jour de la stratégie nationale sur la mobilité routière automatisée dont l'origine remonte à 2018. Cette nouvelle actualisation répond à l'évolution des enjeux et des attentes des acteurs de l'écosystème français. Les objectifs de la stratégie nationale pour 2023-2025 sont ambitieux et visent notamment le déploiement de 100 à 500 services de transports automatisés de voyageurs, sans opérateur à bord, d'ici 2030.

L'origine de la stratégie nationale sur les véhicules automatisés

Adoptée initialement en mai 2018¹, la stratégie nationale pour le développement des véhicules automatisés repose sur trois principes d'action que sont la sécurité, la progressivité et l'acceptabilité. Elle a été conçue autour de deux enjeux majeurs : la création d'un cadre législatif et réglementaire de déploiement de l'automatisation de la conduite et la volonté de l'État d'encourager l'innovation et les expérimentations dans ce domaine.

La stratégie nationale proposait en 2018 la mise en place de dix actions prioritaires² dont : la construction d'un cadre juridique pour la circulation de ces véhicules et un cadre pour leur homologation technique ; l'intégration des enjeux d'accès, de partage et de sécurité des données ; le développement de la connectivité des infrastructures et de la cartographie numérique ; la préparation et le soutien d'un programme national d'expérimentations ; enfin, le suivi de la perception et de l'acceptabilité des citoyens à l'égard des véhicules autonomes.

¹ Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2018, « Développement des véhicules autonomes, la stratégie française », <https://urlz.fr/p0G9>

² IDRAC, Anne-Marie, mai 2018, Développement des véhicules autonomes. Orientations stratégiques pour l'action publique, Document de synthèse, p. 5.



Dans la continuité de 2018, une première mise à jour de la stratégie a été réalisée par le Gouvernement en décembre 2020³. Rebaptisée « stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022 », elle a précisé et enrichi les cas d'usages envisagés pour l'automatisation de la voiture individuelle, des transports publics, ainsi que du fret et de la logistique.

L'accent a aussi été mis sur l'intensification de la prise en compte de la sécurité, l'appropriation de la mobilité automatisée par les acteurs locaux, la mise à l'épreuve de modèles économiques et de conditions d'exploitation et le renforcement de la contribution française aux travaux européens et internationaux. Cette contribution s'est accélérée lors de la présidence française de l'Union européenne au premier semestre 2022 concernant l'homologation des véhicules totalement automatisés et la réglementation des échanges de données.

Les enjeux et les attentes autour de la nouvelle actualisation

La nouvelle actualisation de la stratégie nationale présentée fin janvier 2023 répond aux évolutions des enjeux technologiques, sécuritaires, réglementaires, économiques et sociaux autour de la mobilité automatisée. Concernant la sûreté des systèmes de conduite automatisée, on assiste ces dernières années au développement de référentiels sur les méthodes de démonstration de la sécurité. Les propositions françaises en la matière ont été reprises au niveau européen dans un souci d'homogénéité des pratiques.

Le règlement d'exécution 2022/1426 de la Commission européenne du 5 août 2022 définit ainsi les procédures uniformes et les spécifications techniques pour la réception par type des systèmes de conduite automatisée (ADS) des véhicules entièrement automatisés⁴. En parallèle à ce règlement, il existe un guide commun et des outils partagés relatifs aux

³ Gouvernement, 2022, « Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022 », <https://urlz.fr/eFfc>

⁴ Journal officiel de la Commission européenne, 05/08/2022, <https://urlz.fr/p0GV>

aspects de démonstration et aux objectifs généraux de sécurité afin d'avoir une approche harmonisée entre les 27 États membres de l'Union européenne.

Concernant l'évolution du cadre juridique en France, en application de la loi d'orientation des mobilités (LOM), **le Code de la route autorise désormais la circulation sur la voie publique de voitures particulières équipées de systèmes de conduite automatisés (niveau 3) homologués, ainsi que de systèmes de transport routier automatisés sur des parcours ou des zones prédéfinis⁵, y compris sans opérateur à bord (niveau 4).** La France dispose ainsi du cadre juridique le plus complet en Europe pour la circulation de véhicules hautement automatisés.

La stratégie nationale s'appuie en outre sur une **coopération public-privé fructueuse avec les acteurs des filières économiques et industrielles de l'automobile, du transport public, du fret et de la logistique réunis au sein de l'écosystème France Véhicules Autonomes.** Des échanges ont également lieu avec les collectivités territoriales impliquées dans les expérimentations et les professionnels intéressés par ce sujet.

Un séminaire semestriel national a notamment été mis en place en 2018 sur l'acceptabilité, l'éthique et les aspects sociétaux de l'automatisation. Il restitue les études locales, nationales et internationales d'acceptabilité des véhicules hautement automatisés et réalise des états des lieux relatifs à la sécurité, aux données et aux impacts environnementaux de cette nouvelle technologie.

Aymeric Audigé, chef du pôle « véhicules automatisés » au ministère des Transports (DGITM/DMR) est intervenu⁶ sur l'actualisation de la stratégie nationale. Il a expliqué que les mises à jour de cette dernière tous les deux ans visent non seulement à coller au mieux à l'évolution des technologies en constante évolution, mais aussi à garantir son alignement avec les objectifs du nouveau Gouvernement.

La nouvelle actualisation a été élaborée de manière itérative à partir de consultations avec les acteurs publics et privés de l'écosystème sur la mobilité automatisée pour tenir compte de leurs attentes. Dans un premier temps, ils ont exprimé la nécessité d'approfondir la connaissance sur l'automatisation afin de participer au développement de politiques de décarbonation et de valoriser les technologies françaises à l'étranger.

Dans un deuxième temps, ces acteurs ont souligné le besoin d'accompagner les collectivités locales et les opérateurs des services de transports pour proposer des solutions de mobilité aux voyageurs (information, partage d'expériences, accompagnement financier etc.). Enfin, l'accent a été mis sur le soutien à l'innovation et le passage des expérimentations aux déploiements de services commerciaux de mobilité automatisée.

⁵ 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.

⁶ CIVA, Atelier 19, 27/04/2023.

Les objectifs de la stratégie nationale pour 2023-2025

Cette deuxième actualisation de la stratégie nationale a ainsi pour objectifs de confirmer la place de leader de la France en matière d'innovation, de développer les services de mobilité automatisée et connectée et de déployer les cas d'usages les plus adaptés et pertinents. Les quatre priorités de la stratégie pour 2023-2025 consistent à :

- > « prioriser et coordonner les déploiements en matière de systèmes de connectivité et d'échanges de données ;
- > financer les projets d'investissements dans l'offre de véhicules et de services et accompagner les premiers déploiements commerciaux ;
- > accompagner les collectivités locales qui le souhaitent et les opérateurs pour le déploiement de services aux voyageurs ;
- > finaliser le cadre juridique relatif au fret et à la logistique automatisés »⁷.

Une particularité de cette nouvelle mise à jour réside par ailleurs dans l'accent mis sur les besoins de connectivité et de numérisation liés au passage à l'échelle de la mobilité automatisée, tout comme l'importance de la gestion des données générées par les véhicules sans conducteur. D'après Aymeric Audigé, la connectivité est considérée comme une condition nécessaire pour le bon

fonctionnement des véhicules automatisés. Quatre points font de la connectivité un sujet central dans l'actualisation de la stratégie nationale :

- > le besoin de créer une cartographie en temps réel actualisée par *crowdsourcing* avec une gestion des données associées et une localisation la plus précise possible ;
- > le rôle que la connectivité peut jouer dans des véhicules automatisés de niveau 3 ou inférieurs, pour remplacer la prise de décisions de l'intelligence artificielle qui n'est pas encore au point afin d'avoir une conduite apaisée qui rassure le passager ;
- > le besoin de garantir la cybersécurité et le format des données, pour assurer l'interopérabilité entre l'infrastructure et l'ensemble des véhicules, mais aussi entre les véhicules eux-mêmes ;
- > les évolutions du cadre juridique pour permettre l'accès aux données des véhicules et des gestionnaires.

La stratégie nationale présente également des objectifs de déploiement précis et des enveloppes budgétaires attribuées aux différents segments pour soutenir l'innovation en la matière. C'est le cas par exemple avec l'appel à projets sur les « Mobilités routières automatisées, infrastructures de services connectées et bas-carbone » lancé dans le cadre du programme d'investissements de France 2030 doté de 200 millions d'euros.

⁷ Gouvernement, janvier 2023, *Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée*, p. 3. <https://urlz.fr/oPDN>





La cible ambitieuse fixée par le Gouvernement est notamment d'atteindre 100 à 500 services de transports automatisés de voyageurs, sans opérateur à bord, en 2030. Aymeric Audigé a précisé que cette cible a été définie avec les représentants de la filière réunis dans le comité Systèmes de Transports Publics Automatisés (STPA). Cependant, elle est formulée de manière suffisamment large pour laisser la place à des ajustements en fonction des évolutions du contexte. C'est le cas, entre autres, sur le type des sites de déploiements, la taille des véhicules, les vitesses commerciales ou les distances.

Le déploiement des services de véhicules automatisés va plutôt démarrer par des environnements maîtrisés (sites universitaires, hospitaliers, touristiques, sportifs, industriels, aéroportuaires, etc.) qui présentent plusieurs avantages. Ce choix permet en effet de consolider la technologie, de répondre à des besoins qui ne sont pas forcément couverts actuellement et de servir de vitrine pour les nouveaux usagers de ces véhicules. C'est le cas par exemple pour le site du Centre National de Tir Sportif de Châteauroux qui teste des navettes automatisées pour desservir ses infrastructures.

De la même manière, les sites ruraux ou périurbains peuvent permettre de répondre à certains canons de l'environnement maîtrisé

tels que : des routes moins fréquentées, des vitesses plus limitées, des requalifications de voies ou des changements de configuration routières plus simples. Autrement dit, les territoires peu denses peuvent parfois présenter une moindre complexité pour la circulation de véhicules automatisés en comparaison avec les environnements urbains. Toutes ces caractéristiques font que le milieu rural ou périurbain offre une certaine maîtrise de l'environnement et a l'avantage de répondre à certains besoins de mobilité non couverts.

Aymeric Audigé a souligné que la mobilité automatisée se développe progressivement par des petits projets avant d'arriver vers des déploiements plus ambitieux en fonction de la maturité technologique. Même si les technologies ne cessent de progresser, il est important de confronter les véhicules sans chauffeur aux épreuves de l'exploitation du service qui présente plusieurs autres défis tels que les modalités de la supervision, les articulations entre les intervenants à distance et sur le terrain ou les enjeux d'organisation ayant un impact sur le modèle économique. À tous ces facteurs s'ajoutent les exigences des usagers en matière de service que sont la vitesse, le prix et la fréquence de passage qui garantissent une offre de transport jugée satisfaisante.

Des collectivités locales centrales mais insuffisamment associées dans le développement de la mobilité automatisée

Dans le cadre de la loi d'orientation des mobilités adoptée fin 2019, les différentes collectivités territoriales et intercommunalités jouent un rôle central pour soutenir le développement de la mobilité automatisée. Celle-ci est envisagée principalement sous l'angle du transport collectif et partagé et comme une opportunité répondant aux préoccupations environnementales et apportant des réponses concrètes aux enjeux de mobilité dans les territoires.

Des collectivités et intercommunalités en charge de l'organisation des mobilités

L'organisation des politiques de mobilité sur les territoires constitue une compétence clé des collectivités territoriales et des intercommunalités depuis les années 1980. L'adoption de la loi d'orientation des mobilités fin 2019 a modernisé le cadre de gouvernance de la mobilité en France et entériné la création d'autorités organisatrices des mobilités (AOM) pour couvrir l'ensemble du territoire national, y compris dans les zones peu denses qui en étaient encore dépourvues.

L'État a notamment encouragé les communautés de communes à prendre la compétence mobilité et devenir AOM pour pouvoir élaborer une politique locale de mobilité adaptée aux besoins et déplacements sur leur territoire. Lorsqu'une communauté de communes fait le choix de ne pas prendre la compétence, c'est la région, « chef de file » de la mobilité d'après la LOM, qui devient automatiquement l'AOM locale de substitution.

Les AOM sont chargées de l'organisation des systèmes de transports et des nouveaux services de mobilité sur leur territoire, notamment du développement des modes de déplacement terrestres non motorisés (marche, vélo) et des usages partagés des véhicules terrestres à moteur (covoiturage, autopartage), ainsi que des solutions de mobilité solidaire et des mobilités intelligentes telles que les véhicules automatisés.

Les différentes collectivités territoriales (régions, départements, communes) et intercommunalités (métropoles, communautés urbaines, communautés d'agglomération et communautés de communes) jouent ainsi un rôle central pour soutenir le développement de la mobilité automatisée. En effet, elles ont en premier lieu **une parfaite connaissance de la réalité des besoins de mobilité sur leurs territoires**. Elles sont également **pourvoyeuses des services de mobilité des personnes et des marchandises**. Elles interviennent par ailleurs comme **gestionnaires de voirie et sont garantes de l'ordre public**.

Sur ce dernier aspect, il convient de souligner que les départements et les communes, qui n'ont plus la compétence mobilité, ont néanmoins la responsabilité de la gestion des réseaux de voirie qui constituent un bien public dont les usages doivent être régulés entre ses multiples utilisateurs. Si les expérimentations de véhicules automatisés sont autorisées par l'État, ce sont aussi les collectivités locales qui supportent une partie du coût et le risque inhérent aux tests menés sur leur territoire.

LE CEREMA



Le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) est un établissement public fondé en 2014 et placé sous l'égide du ministère de la Transition Écologique et du ministère de la Cohésion des Territoires. Bien qu'il soit récent, il découle de services techniques de l'État formés après la Seconde Guerre mondiale pour la reconstruction de la France.

Il opère dans six domaines principaux, incluant l'ingénierie territoriale, le bâtiment, les mobilités, les infrastructures de transport, l'environnement et les risques, et les questions maritimes et littorales. En outre, le Cerema est également un institut de recherche avec treize équipes dédiées qui diffusent régulièrement de la documentation technique.

Dans ce cadre, le Cerema joue de plus en plus le rôle de « tiers de confiance » entre l'État, les collectivités locales et les entreprises privées. En outre, la loi 3DS relative à la différenciation, la décentralisation, la déconcentration et la simplification adoptée en 2022 a transformé le Cerema en établissement public d'expertise partagée entre l'État et les collectivités territoriales.

Des élus locaux préoccupés par l'environnement et intéressés par la mobilité automatisée

Frédéric Fabre, directeur du Département Mobilités pour le Cerema Île-de-France, est intervenu lors d'un atelier⁸ pour évoquer l'enjeu de l'association des territoires au développement de la mobilité automatisée. Il a souligné à cette occasion **la forte préoccupation environnementale des collectivités territoriales et l'attention particulière portée à la décarbonation des mobilités.**

Elle se manifeste par un intérêt croissant pour les modes de déplacement doux tels que le vélo et la marche, ainsi que pour l'électrification des véhicules. **Les collectivités locales recherchent activement des idées et des stratégies pour mettre en œuvre ces changements.** L'une d'entre elles est le concept de « hubs ruraux » dans lesquels, à la place de disposer d'arrêts de transport multiples et dispersés, il s'agit de créer des pôles centraux servant pour divers services de mobilité. Un autre domaine de préoccupation est lié aux infrastructures de transport, en particulier leur résilience face aux conséquences du changement climatique.

Il existe **une forte volonté d'innovation parmi les collectivités locales qui ne se limite pas à l'innovation technologique**, mais englobe également de nouvelles approches méthodologiques. Elles cherchent des alternatives innovantes pour moderniser les mobilités et sortir du modèle historique du transport public. Cependant, le niveau d'avancement des collectivités locales est assez hétérogène, certaines étant précises dans leurs aspirations tandis que d'autres cherchent des orientations sur la manière et le lieu pour innover.

Concernant la mobilité automatisée, il y a selon Frédéric Fabre **une augmentation notable des besoins de solutions de transport à la demande dans les territoires ruraux**, notamment en raison des coûts élevés liés aux chauffeurs. Les collectivités locales y voient aussi un espoir de disposer de solutions de transport qui les relieraient mieux aux « hubs ruraux ». En milieu urbain, la préférence des autorités publiques va plutôt vers le bus automatisé, là encore pour pallier le coût du chauffeur et répondre à la non-rentabilité de certaines lignes de transport public qui ont été supprimées.

En 2021, la Communauté d'intérêt a conduit une enquête inédite, en partenariat avec l'Association des Maires Ruraux de France, qui soulignait déjà le fort intérêt des élus locaux pour la mobilité automatisée. Malgré une connaissance limitée, les 1 090 élus interrogés se déclaraient ouverts à l'idée de déployer des véhicules sans conducteur. En effet, **ils étaient 66 % à penser que ce serait une bonne chose pour leur territoire. Dans l'ensemble, 64 % des élus interrogés faisaient partie du profil des « intéressés »** (contre 26 % de « dubitatifs » et 10 % de « réfractaires ») par la mobilité automatisée, vue comme une solution pour combler les lacunes des transports collectifs et assurer un service de proximité plus performant.

Le développement de nouvelles solutions de mobilité est ainsi perçu par beaucoup d'élus locaux comme une opportunité pour leur territoire. Ils sont en effet confrontés à l'inadéquation entre l'offre limitée de transports et les besoins importants de mobilité des habitants, en particulier des plus fragiles (ménages modestes, personnes sans emploi, personnes à mobilité réduite, etc.). Les services de transport automatisés, perçus principalement sous l'angle du transport collectif et partagé, constitue dès lors une opportunité majeure d'apporter des réponses aux enjeux de mobilité dans les territoires.



L'association de la mobilité automatisée à la décarbonation est un moyen de favoriser son développement et de lui donner une impulsion significative sur l'ensemble des territoires. De la même manière qu'associer la mobilité automatisée à la multimodalité dans le transport peut permettre d'organiser le transport collectif.

Frédéric Cuillerier,
Co-président de la Commission « Transports, mobilités, voirie » au sein de l'Association des Maires de France
Conseil d'orientation 6, 25 mai 2023



⁸ CIVA, Atelier 20, 09/06/2023.



Il est important de créer une expérience significative avec la navette automatisée et de la considérer comme un moyen de transformation pour les individus, les collectivités et les territoires. Il faut pour cela concilier un objet technique, un objet de désir et un objet de transition écologique.

Gérard Hernja,
Chargé de recherche pédagogique
à l'École de Conduite Française
Conseil d'orientation 6, 25 mai 2023



Des collectivités territoriales en retrait dans les expérimentations

Malgré cet intérêt, les collectivités territoriales impliquées dans les projets de mobilité automatisée demeurent globalement passives. D'après Frédéric Fabre, rares sont les collectivités locales qui ont pris jusqu'à présent l'initiative pour déployer un système de transport automatisé, que ce soit en contractant une prestation de service ou en acquérant un véhicule automatisé pour ensuite établir une délégation de service public.

Dans la majorité des cas observés, c'est plutôt un acteur privé, ayant un intérêt pour le développement d'un projet ou d'une expérimentation, qui se rapproche d'une collectivité. Si la proposition est intéressante, une collaboration peut alors émerger. Il est toutefois important de préciser que les attentes des élus et des cadres territoriaux autour d'un déploiement de mobilité automatisée divergent étant donné leurs positions respectives. En effet, les premiers sont intéressés par des éléments de communication pour vendre le projet auprès de leurs administrés, tandis que les seconds cherchent des informations concrètes et précises pour opérationnaliser le service.

Par ailleurs, les expérimentations menées se heurtent souvent à la problématique de leur ancrage limité dans le territoire. Les élus

engagés dans ces projets font généralement valoir l'apport des expérimentations en termes de notoriété et d'attractivité pour leur territoire, mais sans envisager les véhicules testés comme un service de mobilité pérenne pour leurs habitants. Ces expérimentations apparaissent en outre vulnérables aux changements de majorité qui suivent les échéances électorales. Une alternance politique ou un conflit entre élus peut conduire à une réorientation du projet pour permettre de correspondre davantage aux attentes des acteurs politiques en place.

Ce manque d'alignement entre les priorités des élus locaux et des entreprises qui testent leurs technologies se traduit par des difficultés opérationnelles dans le quotidien des expérimentations. Elles peuvent se manifester par des divergences entre les acteurs du consortium sur la définition des trajets les plus pertinents par rapport aux besoins de mobilité, ainsi que sur l'utilisation de l'infrastructure pour déporter une partie de l'intelligence hors du véhicule. Des désaccords peuvent aussi se faire jour entre les collectivités et les industriels concernant la communication sur l'avancée de l'expérimentation et de ses résultats auprès de la population.

Or, l'adhésion et la confiance des élus sont indispensables pour envisager le passage à l'échelle de services de mobilité automatisée, d'autant plus avec les fortes contraintes budgétaires qui pèsent sur les collectivités locales. En outre, de nombreux acteurs locaux ont été déçus par les résultats concrets des récentes expérimentations par rapport aux attentes parfois irréalistes exprimées au départ par les entreprises porteuses de projet. D'où l'importance de penser et mettre en place une communication adaptée sur le sujet pour convaincre non seulement les élus, mais aussi les habitants, de l'intérêt de déployer ces solutions de mobilité intelligente.

Le nécessaire accompagnement des territoires dans le déploiement de la mobilité automatisée

Les programmes sur la mobilité automatisée mettaient initialement l'accent sur le soutien du développement technologique et industriel aux dépens de la réponse aux besoins des collectivités locales. Par conséquent, plusieurs obstacles se sont dressés devant le déploiement de ce type de service innovant de mobilité. La mise en place de la stratégie nationale à partir de 2018, actualisée en 2020 et 2022, est venue impulser une dynamique collaborative visant un meilleur accompagnement de l'écosystème de la mobilité routière automatisée et le passage au déploiement à grande échelle.

Des verrous à lever pour faciliter l'adoption des véhicules automatisés

Les travaux de la Communauté d'intérêt, en particulier l'enquête d'acceptabilité auprès des élus locaux français menée en 2021, ont contribué à souligner auprès des services de l'État l'importance de tenir compte des collectivités locales pour développer la mobilité automatisée. La majorité des élus interrogés il y a deux ans exprimait en effet le besoin de disposer de plus d'informations sur les véhicules automatisés et d'être accompagnée dans leur mise en place. C'est pourquoi les élus formalisaient très peu leur intention d'usage. Seuls 15 % d'entre eux souhaitaient par exemple déployer une navette automatisée dans les 5 ans du fait de la complexité et de la crainte d'une réticence de leurs administrés. Plus largement, 77 % des répondants jugeaient le déploiement d'un service de mobilité automatisée difficile ou très difficile.

Plusieurs obstacles étaient alors identifiés comme le coût financier, les démarches administratives, les difficultés juridiques et les enjeux en matière de responsabilité. Le déficit d'ingénierie était également pointé comme un frein majeur. En effet, 73% des élus interrogés en 2021 disaient avoir besoin de ressources humaines spécifiques pour mettre en place



un service de transport automatisé sur leur territoire. Par ailleurs, les élus exprimaient le souhait de comprendre comment leurs administrés réagiraient face aux navettes automatisées et intégreraient ces nouvelles solutions de transport dans leurs pratiques de mobilité.

Surtout, **une distinction fondamentale existe entre l'expérimentation et la mise en place d'un service régulier de mobilité automatisée.** Frédéric Fabre a mentionné auprès de la Communauté quatre verrous majeurs à lever concernant l'adoption de services de transports automatisés par les collectivités locales.

- > **un verrou technologique** : une certaine réticence s'est installée parmi les collectivités depuis la pandémie de Covid-19 car les expérimentations de véhicules automatisés n'ont pas toujours répondu aux attentes élevées des territoires impliqués. Il est donc nécessaire d'avoir des cas d'usage réels et convaincants pour montrer aux élus que cette nouvelle technologie peut être intégrée comme un service à part entière et non juste sous la forme d'un simple démonstrateur technologique.
- > **un verrou politique** : certaines collectivités locales expriment également des réticences à adopter des solutions hautement technologiques et préfèrent s'orienter vers des solutions de mobilité low-tech moins complexes et coûteuses. Nombreuses sont celles qui visent aujourd'hui à décarboner les transports via le développement de solutions de mobilité douces (marche, vélo) et partagées (covoiturage, autopartage).
- > **un verrou opérationnel** : il existe une préoccupation majeure sur la manière de franchir le cap de l'expérimentation pour aller vers l'exploitation de véritables services de mobilité. Les collectivités se posent des questions sur les procédures à suivre en termes de marché public et de délégation de service public, ainsi que sur la manière de surmonter les défis opérationnels liés à l'intégration de véhicules automatisés aux services de transports déjà en place.

- > **un verrou financier** : si le financement conséquent d'une expérimentation de mobilité automatisée ne constitue pas forcément un obstacle pour une collectivité convaincue pouvant mobiliser des budgets d'investissement, le financement des coûts récurrents de fonctionnement d'un service pérenne s'avère bien plus difficile. Des collectivités peuvent alors choisir d'augmenter leur investissement initial pour réduire leurs coûts d'exploitation futurs.

Par conséquent, pour favoriser le déploiement de services de transports automatisés dans les territoires, il est crucial de répondre aux préoccupations des collectivités locales sur ces différents freins et de leur fournir des exemples concrets de déploiements réussis.

L'attention de la stratégie nationale aux territoires

Les programmes de développement de la mobilité automatisée se sont initialement caractérisés par une faible association des collectivités et des élus locaux. Les politiques engagées au niveau de l'État au début des années 2010 étaient surtout pensées selon une logique de soutien au développement technologique et industriel du secteur automobile⁹, plutôt qu'en réponse aux besoins de mobilité dans les territoires.

La mise en place de la stratégie nationale à partir de 2018 a marqué une évolution par rapport aux travaux initiaux avec **une montée en puissance des enjeux de mobilité dans l'appréhension du sujet par les services de l'État**. La première actualisation en décembre 2020 mettait déjà en avant l'objectif de passage à l'échelle grâce à un plus grand accompagnement des acteurs de l'écosystème et une association plus étroite avec les collectivités locales, notamment celles impliquées dans le programme national Expérimentation du Véhicule Routier Autonome (EVRA).

⁹ Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, *Véhicule autonome : d'une approche technologique et urbaine à la mobilité inclusive et durable dans les territoires ?*, Rapport 2020 / 2021, Conseil & Recherche, Paris, p. 177-180, <https://urlz.fr/pOHWW>



C'est le cas en particulier au sein du projet Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome (SAM) qui regroupe 13 expérimentations. L'une des particularités de ce projet réside en effet dans **la création d'un Collège des Territoires qui réunit des cadres territoriaux chargés de suivre le développement des projets**. Le Collège des Territoires constitue ainsi un espace de partage, de retours d'expérience et de co-construction de contenus sur la mobilité automatisée entre les professionnels issus des collectivités locales impliquées dans les expérimentations.

La dynamique collaborative impulsée grâce à la stratégie nationale s'est donc efforcée d'informer et d'associer davantage les territoires et leurs représentants au développement des travaux et des projets sur la mobilité automatisée. **La prise de conscience progressive par l'État s'est traduite par l'organisation d'un premier séminaire avec les collectivités locales le 30 septembre 2022¹⁰, suivi d'un deuxième le 30 mars 2023. Un troisième séminaire à destination des collectivités locales a été organisé en ligne le 22 juin 2023 par la Direction générale des Infrastructures, des Transports et des Mobilités (DGITM) du ministère des Transports.**

Les principaux enseignements de ces rencontres ont pointé **la nécessité d'affiner les besoins des territoires en termes de partage de connaissances prioritaires**, par exemple sur le cadre réglementaire, les cas d'usage, ou la conception et l'évaluation des projets d'expérimentations et de pilotes de service de mobilité automatisée déployés dans les territoires. Une des pistes envisagées par les services de l'État et les acteurs de l'écosystème pour y répondre a consisté en la création d'un centre de ressources pour regrouper les informations utiles sur la mobilité automatisée.

Selon Frédéric Fabre, un tel espace doit apporter aux collectivités des réponses neutres et objectives sur les projets en matière de mobilité automatisée. Elles expriment en effet **le besoin d'obtenir des informations qui ne sont ni embellies, ni minimisées par rapport à la réalité**. C'est le cas en particulier des collectivités et des intercommunalités rurales avec moins de ressources techniques qui ressentent le besoin d'avoir une vision équilibrée, basée sur des faits concrets, pour les aider à se former leur propre opinion sur le sujet.

¹⁰ Ministère chargé des Transports, 2022, « Mobilité routière automatisée : séminaire d'échanges avec les collectivités 30 septembre 2022 », Compte rendu du séminaire, <https://urlz.fr/p0lp>.



Dans le même sens, la Communauté d'intérêt a porté en 2022 la proposition de créer un guichet unique¹¹ pour centraliser les connaissances sur le sujet et les rendre accessibles aux collectivités locales désireuses d'en savoir plus, voire de se lancer dans le déploiement d'un service de mobilité automatisée. En complément, la Communauté a souhaité construire cette année un index de maturité (*readiness index*) pour évaluer le niveau de préparation des territoires dans la mise en place de systèmes de transport automatisés partagés ou collectifs tels que des navettes ou des bus sans conducteur (voir le chapitre suivant).

Les 3 piliers de l'accompagnement des territoires

La nouvelle actualisation de la stratégie nationale, qui affirme comme une de ses quatre priorités l'accompagnement des collectivités locales et des opérateurs de mobilité, s'est ainsi traduite par la mise en place d'actions et d'outils reposant sur trois piliers :

- > un centre de ressources partagées ;
- > des cellules régionales portées par France Mobilités ;
- > des webinaires thématiques.

Le centre de ressources est accessible en ligne sur le site du ministère des Transports dédié à la mobilité routière automatisée¹², ainsi que via le portail France Mobilités¹³. Géré par la DGITM et alimenté par des partenaires de l'écosystème français, il propose, sous la forme de fiches, des informations sur la stratégie de déploiement, le cadre législatif et réglementaire, la perception et l'acceptabilité, ainsi que des retours d'expérience sur des déploiements de véhicules automatisés dans les territoires.

Une cartographie interactive en ligne des expérimentations menées en France est aussi disponible. Des fiches-évaluation sont par ailleurs proposées pour aider les collectivités souhaitant se lancer dans un projet de mobilité automatisée. Les premiers retours des utilisateurs sur le centre de ressources sont positifs. Ces derniers ont toutefois suggéré quelques améliorations sur le format des fiches ou sur les informations partagées, par exemple sur la comparaison des coûts des véhicules automatisés avec les autres offres de transport.

Les cellules régionales de France Mobilités constituent le deuxième pilier pour accompagner les collectivités locales, notamment les plus rurales. Créé en 2019, le programme France Mobilités vise en effet à soutenir les solutions innovantes dans les territoires peu denses pour améliorer la mobilité du quotidien. Composées de professionnels du Cerema, de l'Ademe, de la Banque des Territoires et de services déconcentrés de l'État, les cellules régionales d'appui peuvent notamment apporter un soutien en matière d'ingénierie (technique, financière, administrative) aux porteurs de projet locaux qui veulent déployer un service de mobilité automatisée sur leur territoire.

Le troisième pilier d'accompagnement des collectivités territoriales consiste en la création de webinaires thématiques. D'une durée de 2h à 3h, ces webinaires doivent servir à explorer un thème en lien avec la mobilité routière automatisée et connectée à travers un tour d'horizon du sujet, des exemples et des échanges entre intervenants et participants.

¹¹ Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, *De l'expérimentation technologique à l'expérience d'un service de mobilité autonome*, Rapport 2022 / 2023, Conseil & Recherche, Paris, p. 26-27. <https://urlz.fr/mjwh>

¹² Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 11/12/2023, « Transport routier automatisé et connecté : ressources pour les territoires ». <https://urlz.fr/pOIY>

¹³ France Mobilités, « La mobilité routière automatisée et connectée ». Disponible sur : <https://urlz.fr/omK9>



LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE EN EUROPE ET DANS LE MONDE : L'ACCÉLÉRATION DES DÉPLOIEMENTS DE SERVICES À LA DEMANDE

L'Union européenne dispose depuis 2018, tout comme la France, d'une stratégie pour promouvoir la mobilité connectée, coopérative et automatisée avec pour objectif de positionner l'Europe comme leader dans le domaine. Cette ambition s'est traduite par le montage et le soutien financier de grands programmes d'expérimentations de véhicules automatisés tels qu'AVENUE, SHOW et ULTIMO. Si les opérateurs américains comme Waymo et Cruise privilégient une approche technologique et économique de déploiement à grande échelle des robots-taxis, les États-Unis apparaissent toutefois en retard sur le volet réglementaire. De son côté, la Chine a adopté une approche similaire fondée sur la construction d'un cadre juridique plus complet en comparaison avec les États-Unis et une forte intégration publique-privée. Cette approche vise à faire de Pékin le leader mondial de l'industrie du véhicule automatisé d'ici 2030. L'étude des divergences et des convergences de ces expériences étrangères s'avère utile pour comprendre les différents enjeux autour de la construction et du passage à l'échelle des services de mobilité automatisée à la demande.

La promotion des navettes automatisées pour le transport public en Europe

Depuis quelques années, on assiste à une montée en puissance des idées de mobilité connectée, coopérative et automatisée pour compléter et améliorer l'offre de transports collectifs en Europe. La stratégie de l'Union européenne pour une mobilité durable et intelligente vise à construire un écosystème d'acteurs et soutenir le développement de projets en la matière¹⁴. Les programmes d'expérimentations de navettes automatisées AVENUE, ULTIMO et SHOW illustrent cette tendance.

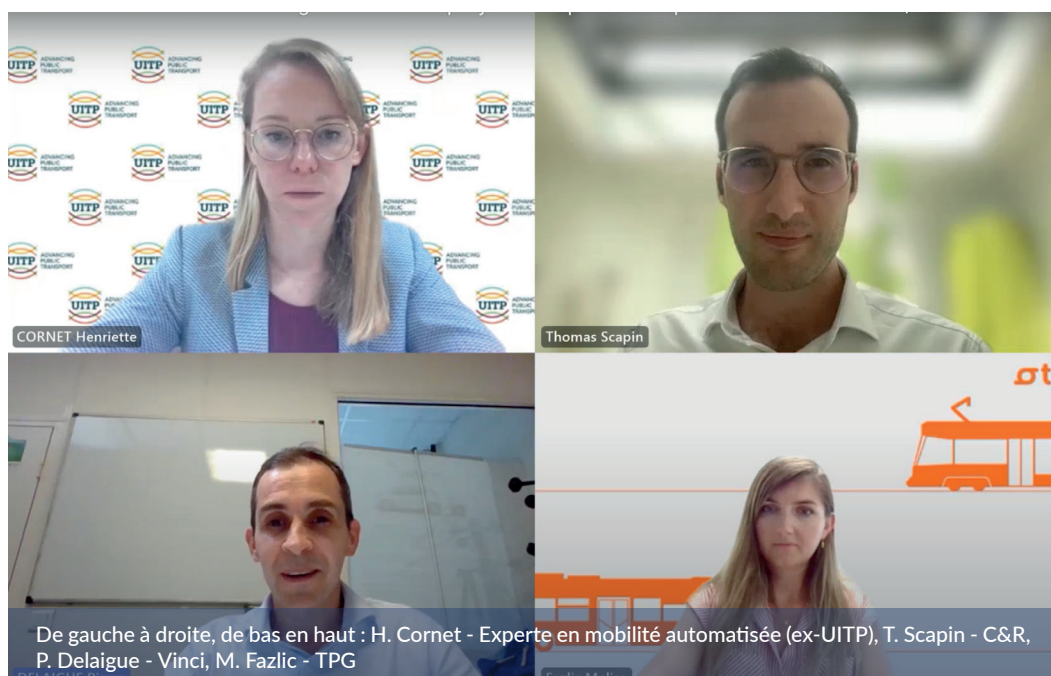
L'évolution de la stratégie européenne sur la mobilité connectée, coopérative et automatisée

Le thème des véhicules autonomes s'est imposé à l'agenda des autorités européennes à partir de 2017, à l'occasion de la publication d'un rapport d'étude sur la compétitivité et la soutenabilité de l'industrie automobile européenne¹⁵. Rédigé par le groupe de haut niveau GEAR 2030, associant des représentants des secteurs public et privé, ce rapport formulait des recommandations concrètes pour permettre à l'industrie automobile d'anticiper et de se préparer aux changements à venir à l'horizon 2030, dont la connectivité et l'automatisation des véhicules.

Les principales recommandations de ce groupe de travail ont par la suite été reprises dans le cadre

¹⁴ Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, 09/12/2020, « Stratégie de mobilité durable et intelligente – mettre les transports européens sur la voie de l'avenir », Bruxelles, Disponible sur : <https://urlz.fr/pOJT>

¹⁵ Commission européenne, 18/10/2017, « High Level Group GEAR 2030 report on automotive competitiveness and sustainability », <https://urlz.fr/pOKF>



de la stratégie de la Commission européenne pour la mobilité du futur¹⁶, présentée en 2018 avec pour objectif de positionner l'Europe comme leader de la mobilité automatisée. La stratégie de 2018 se concentrait plutôt sur les questions de sécurité et de données. Cette orientation s'inscrivait alors dans la politique économique plus générale de l'UE tendant à se focaliser sur des aspects réglementaires, afin de favoriser le fonctionnement du marché intérieur. Elle cherchait également à renforcer les infrastructures et technologies liées à la conduite automatisée, à favoriser son adoption au sein des pays membres à travers la création d'une offre de solutions de mobilité et à anticiper les effets sociétaux de cette innovation.

L'attention de la Commission européenne sur ce sujet a été réaffirmée en décembre 2020 à l'occasion de la présentation de la nouvelle stratégie pour une mobilité durable et intelligente de l'Union. Cette actualisation avait pour objectif de prévoir et d'accompagner une transformation radicale des systèmes de transports européens. La numérisation et l'automatisation sont en effet des piliers fondamentaux pour la révolution de la mobilité à l'avenir, de même que la prise en compte des enjeux de durabilité, d'inclusion des territoires ruraux, d'accessibilité des personnes à mobilité réduite et de multimodalité.

La perspective de la Commission européenne à l'horizon 2030 est le déploiement de la mobilité

automatisée à grande échelle en Europe. Elle souligne en effet les opportunités créées par l'émergence de systèmes et de services de mobilité connectée, coopérative et automatisée (*Connected, Cooperative, and Automated Mobility – CCAM*). Cette volonté correspond au pilier « mobilité intelligente » de la stratégie européenne et se traduit par deux initiatives phares :

- > la mise en place d'une mobilité multimodale connectée et automatisée, à partir de solutions numérisées et intelligentes ;
- > l'innovation, l'usage des données et le développement de l'intelligence artificielle, ce qui créera un environnement propice à l'existence d'une telle mobilité.

Le partenariat européen CCAM¹⁷ a ainsi été créé en juin 2021 pour soutenir les projets d'innovation dans ce domaine. Il réunit la Commission européenne et une association du même nom regroupant plus de 180 acteurs publics et privés européens issus de secteurs différents (industrie, recherche, services, autorités publiques, associations). Dans le cadre du partenariat CCAM, l'accent est par exemple mis sur l'harmonisation des points d'accès nationaux qui vont permettre d'avoir les données sur la sécurité des systèmes de conduite automatisée.

La stratégie de l'UE en matière de mobilité automatisée se manifeste concrètement par

¹⁶ Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, 17/05/2018, « En route vers la mobilité automatisée : une stratégie de l'UE pour la mobilité du futur », Bruxelles, <https://urlz.fr/pOKR>

¹⁷ Voir <https://www.ccam.eu/#>.

un soutien à la recherche et à l'innovation qui s'appuie notamment sur deux outils financiers :

- > **le Mécanisme pour l'Interconnexion en Europe (MIE)** qui permet de soutenir les investissements dans les infrastructures européennes pour les transports, l'énergie et le numérique. Concernant les transports, le Mécanisme dispose d'un budget de 25,8 milliards d'euros pour financer des projets d'« infrastructures pour une mobilité intelligente, interopérable, durable, inclusive, accessible et sûre »¹⁸;
- > **la mobilisation du budget du programme pour la recherche et l'innovation de l'UE, anciennement Horizon 2020 et rebaptisé Horizon Europe** pour la période 2021-2027, avec des financements européens à hauteur de 500 millions d'euros (pour un budget total d'1 milliard d'euros) en faveur des solutions de mobilité connectée, coopérative et automatisée.

À l'instar de l'approche française, la stratégie européenne recommande une approche progressive de déploiement de la mobilité automatisée, basée sur de nombreuses expérimentations destinées à valider la sécurité et la fiabilité de ces technologies et services. L'effort de recherche européen dans ce domaine s'est ainsi structuré, depuis les années 2010, autour de grands projets d'expérimentations tels que CityMobil et CityMobil 2, FABULOS ou encore AVENUE, SHOW ou plus récemment ULTIMO.

¹⁸ Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique, 09/05/2023, « Le Mécanisme pour l'interconnexion en Europe (MIE) finance les projets d'infrastructure transfrontaliers dans trois domaines : le transport, l'énergie et le numérique », <https://urlz.fr/pOL9>

¹⁹ CIVA, Atelier 21, 29/06/2023.

²⁰ Voir <https://h2020-avenue.eu/summery/>

²¹ Voir la liste précise des partenaires du projet sur <https://h2020-avenue.eu/consortium/>

Les programmes d'expérimentations AVENUE, ULTIMO et SHOW

Melisa Fazlic, Coordinatrice Innovation Exploitation au sein des Transports Publics Genevois (TPG), a présenté¹⁹ à la Communauté l'expérimentation menée à Belle-Idée, un site hospitalier en banlieue de Genève, dans le cadre du projet AVENUE (*Autonomous Vehicles to Evolve to a New Urban Experience*)²⁰. Ce dernier est l'un des premiers projets d'ampleur de tests de navettes automatisées à avoir été mis en place sur le continent européen. Des navettes Navya, avec un opérateur à bord, ont été déployées sur quatre sites principaux (Copenhague, Genève, Luxembourg, Lyon), puis sur deux sites secondaires situés à Esch-sur-Alzette (Luxembourg) et à Uvrier (Suisse).

Financé par la Commission européenne à hauteur de 15,5 millions d'euros dans le cadre du programme Horizon 2020, il s'est déroulé pendant 4 ans de mai 2018 à octobre 2022. Regroupant 22 partenaires différents (autorités publiques, industriels, startups, opérateurs de transport, chercheurs)²¹, le projet visait à concevoir et à mettre en place des démonstrateurs de mini-bus automatisés pour des services de transport public à la demande porte-à-porte dans des zones à moyenne ou faible demande.

L'objectif final du projet AVENUE était de démontrer la pertinence et l'efficacité de l'utilisation de mini-bus automatisés pour le développement d'un modèle disruptif de transport public dans le futur. Le projet avait ainsi pour but d'évaluer la fiabilité et la sécurité des véhicules, mais aussi de démontrer les avantages économiques, sociaux et environnementaux de ces solutions de mobilité à la fois pour les usagers et les opérateurs de transport public.

Dans le cas de l'expérimentation à Belle-Idée, trois navettes sont déployées depuis 2020 sur un site de 38 hectares qui comprend deux hôpitaux et une trentaine de bâtiments. Roulant à une vitesse moyenne de 18 km/h, elles fournissent un service à la demande gratuit et porte-à-porte entre les 75 arrêts virtuels qui ont été définis à l'entrée de chaque bâtiment et dans les parkings. Les usagers peuvent réserver leur trajet en navette directement via une application téléphonique leur trajet en navette du lundi au vendredi.

Dans la continuité directe, le projet ULTIMO a été lancé en octobre 2022 pour quatre ans afin de capitaliser sur l'expérience accumulée dans le cadre des expérimentations d'AVENUE. Réunissant 23 partenaires publics et privés issus de 8 pays européens, il prévoit le test de véritables pilotes de services de mobilité automatisée s'appuyant sur des flottes d'une quinzaine de navettes, sans opérateur à bord, de constructeurs différents, pour couvrir une ligne ou une zone étendue. Ces pilotes de services seront déployés progressivement sur trois sites principaux ayant déjà expérimenté des véhicules automatisés :

- > le site rural de la ville de Kronach dans le Nord de la Bavière (Allemagne) ;
- > le site résidentiel de Grorud Valley au Nord-Est d'Oslo (Norvège) ;
- > le site périurbain de Belle-Idée dans la banlieue de Genève (Suisse).

En l'occurrence, dans le cadre d'ULTIMO de poursuivre l'exploitation des navettes à Belle-Idée en supprimant l'opérateur à bord pour le remplacer par un superviseur à distance en capacité de gérer plusieurs navettes à la fois. Dans cette perspective, plusieurs défis se présentent, par exemple l'automatisation des véhicules thermiques actuellement utilisés ou l'optimisation de leur utilisation en complétant le transport des personnes par celui des marchandises.

L'ambition est finalement de permettre la première intégration économiquement viable et durable de véhicules automatisés à la demande, porte à porte, inclusive et centrée sur le passager au sein de services de transport public et de logistique urbaine²². Dans ce but, l'approche d'ULTIMO consiste à faire le lien entre les besoins des passagers et les capacités des véhicules automatisés en adaptant les cas d'usage au niveau de développement technologique et à l'usure de ces derniers.

Un troisième programme majeur d'expérimentations en Europe est le projet SHOW (*SHared automation Operating models for Worldwide adoption*). Henriette Cornet, coordinatrice de ce dernier à l'Union Internationale des Transports Publics (UITP) et membre du Conseil d'orientation de la Communauté d'intérêt, est revenue²³ sur ce projet qui est la plus grande démonstration de mobilité automatisée partagée actuellement sur le continent.

²² KONSTANTAS, Dimitri, FOURNIER, Guy, 2023, « Fully automated public transportation mobility: the hidden challenges for a commercial deployment », *Open Research Europe* 2023, 3(71), p. 12, <https://urlz.fr/pOMq>

²³ CIVA, Atelier 21, 29/06/2023.



LE PROJET SHOW

Le projet SHOW a démarré en janvier 2020 initialement pour quatre ans et a été prolongé jusqu'à mi-2024. Coordonné par l'UITP, il dispose d'un budget de 30 millions d'euros financé par le programme européen de recherche et d'innovation Horizon 2020. Le projet réunit 70 partenaires venant de 13 pays européens²⁴ parmi lesquels des collectivités locales, fabricants de véhicules, équipementiers et fournisseurs de technologies, opérateurs de transport public, cabinets de conseil, centres de recherche et associations internationales.

SHOW vise à faire progresser le transport urbain durable grâce au développement de solutions techniques (véhicules, infrastructures, connectivité etc.), de modèles commerciaux et de scénarios pour l'évaluation des impacts économiques, sociaux et environnementaux de la mobilité automatisée²⁵. Il couvre une très grande diversité de véhicules, de cas d'usage et de services liés à la mobilité automatisée partagée et à la demande. Les expérimentations déploient plus de 70 véhicules automatisés différents (navettes et mini-vans autonomes, robots-taxis, robots-bus) dans une vingtaine de villes partout sur le continent et pour des phases de roulage comprises entre 12 et 30 mois selon les projets.

L'une des particularités de SHOW est par ailleurs l'accent mis sur l'association des usagers aux projets (enquêtes, sondages, ateliers, forums, etc.), notamment les personnes à mobilité réduite et les publics vulnérables, afin de prendre en compte leurs besoins et leurs attentes en matière de mobilité automatisée. Le projet s'appuie également sur de nombreuses collaborations internationales (Australie, Chine, Corée du Sud, Etats-Unis, Japon, Taiwan) pour tirer parti des retours d'expériences des projets menés partout dans le monde²⁶. Un effort important est enfin mené par l'UITP et les partenaires pour disséminer et partager les résultats obtenus dans le cadre de SHOW.

Source : <https://show-project.eu/sites/>



²⁴ Voir la liste sur <https://show-project.eu/the-consortium/>

²⁵ CORNET, Henriette, « Projet européen SHOW : faire des navettes autonomes un véritable mode de mobilité », *TEC*, (251), novembre 2021, p. 32.

²⁶ *Ibid.*, p. 33.



L'attention devrait se diriger vers la coopération entre les acteurs, mettant l'accent sur le partage des connaissances. Il est essentiel d'apprendre à collaborer afin que les villes engagées dans cette nouvelle initiative puissent anticiper les coûts, souvent sous-estimés, liés par exemple à la maintenance et à la recharge des véhicules. Dans ce processus, il est essentiel de reconnaître le rôle crucial des opérateurs de transport public, déjà experts dans le déploiement de flottes de véhicules, dont il convient de tirer parti.

Henriette Cornet, Experte en mobilité automatisée
Conseil d'orientation 6, 25 mai 2023



Les 8 défis majeurs du passage à l'échelle

Les trois grands projets européens d'expérimentations de mobilité automatisée AVENUE, SHOW et ULTIMO ont finalement contribué à identifier les principaux enjeux à traiter pour combler le fossé entre le déploiement d'une nouvelle technologie et celui d'un nouveau service de transport public respectant les standards habituels de qualité.

Comme le soulignent les coordinateurs d'AVENUE et ULTIMO, ces projets de mobilité automatisée représentent en effet un véritable « changement de paradigme » pour le transport public passant de l'organisation de services à horaires et sur routes fixes à un nouveau modèle de transport à la demande et en porte-à-porte. Afin de réussir le déploiement à grande échelle de services commerciaux de mobilité automatisée pour le transport public, il y a au moins « 8 défis majeurs »²⁷ auxquels il convient d'apporter des réponses, à savoir :

- 1** l'augmentation de l'usage et de la durée de vie des véhicules automatisés (6 à 7 ans aujourd'hui) ;
- 2** la standardisation et la mise à jour des cartes HD qui sont propriétés des fabricants de navettes ;
- 3** le développement d'interfaces de programmation d'application (API) en open source pour une intégration *plug and play* des véhicules dans le système de gestion de flottes des opérateurs de transport ;

- 4** le déploiement d'une masse critique suffisante de véhicules pour desservir un même site ;
- 5** le maintien de la sécurité et de la qualité de service malgré la suppression de l'opérateur à bord ;
- 6** la validation de systèmes et services intégrés de mobilité combinant le transport automatisé de passagers et de marchandises ;
- 7** la mise en place d'une planification et d'un plan de transition réaliste à long terme pour le déploiement de la mobilité automatisée ;
- 8** la conception de politiques publiques de mobilité selon la logique dominante de service à la demande (MaaS et LaaS).

La réponse à ces multiples défis impliquera une collaboration étroite entre les autorités publiques, les fabricants de solutions, les opérateurs de transport et les usagers. L'ensemble de ces acteurs devra se mettre d'accord sur la définition de nouvelles règles, que ce soit aussi bien en termes d'homologation et de standardisation des véhicules, d'accès et de partage des données, ou encore de gestion du service (distance d'accès, tarification, temps d'attente, services additionnels, gestion des publics spécifiques, des réservations non honorées ou intempestives, etc.).

²⁷ Ibid., p. 8.

Les déploiements de robots-taxis aux États-Unis et en Chine

Le secteur de la mobilité automatisée aux États-Unis et en Chine connaît depuis quelques années une restructuration et une consolidation autour de quelques grands opérateurs de robots-taxis. Alors que ces derniers accélèrent les déploiements de services commerciaux, l'accident impliquant un robot-taxi de Cruise en octobre 2023 a marqué un brutal coup d'arrêt aux activités de l'entreprise aux États-Unis.

A l'inverse, les déploiements des robots-taxis sont prometteurs en Chine où ils s'intensifient dans plusieurs grandes villes, les opérateurs locaux bénéficiant d'une réglementation propice et du soutien des pouvoirs publics. Malgré les écarts avec l'Europe, on constate par ailleurs certaines convergences dans les stratégies de développement des entreprises américaines et chinoises de véhicules sans conducteur.

La consolidation du secteur des robots-taxis aux États-Unis et en Chine

ÉTATS-UNIS

Les entreprises américaines du numérique ont été les premières à s'engager dans le développement de la technologie de conduite automatisée. Ce fut le cas en particulier de Google qui a lancé sa filiale Waymo spécialisée sur le sujet dès 2009. De nouvelles startups (Zoox, Cruise, etc.) ont également émergé au début des années 2010 sur le secteur de la conduite automatisée grâce au développement de compétences propres dans la programmation, les logiciels et l'intelligence artificielle.

Cependant, le secteur de la mobilité automatisée aux États-Unis a connu depuis 2020 une restructuration et une consolidation autour de quelques grands acteurs. Cela s'explique par les conséquences financières de la crise de la Covid-19 et les difficultés technologiques rencontrées par les entreprises pour tenir leurs promesses de l'avènement rapide d'un véhicule totalement autonome (niveau 5).

La plupart des constructeurs automobiles sont alors revenus à leur stratégie initiale misant sur les technologies d'aide à la conduite (niveaux 2/3 d'automatisation) prolongeant leur modèle économique traditionnel. Cette consolidation s'est ainsi traduite par un rétrécissement du nombre d'acteurs impliqués dans la course aux véhicules fortement automatisés (niveaux 4/5).

Deux opérateurs dominent désormais le secteur des robots-taxis (*automated ride-hailing services*) aux États-Unis : Waymo, la filiale de Google, et Cruise détenu par General Motors. Waymo et Cruise se distinguent à la fois par le nombre de kilomètres parcourus par leurs robots-taxis et par la détention d'une licence commerciale pour déployer un service payant à la demande. Les déploiements très conséquents menés par Waymo et Cruise depuis plusieurs années permettent de mettre en évidence leur stratégie de développement technologique et commercial.

Ces acteurs ont d'abord fait le choix de se focaliser très tôt sur un terrain de jeu spécifique : la ville de Phoenix (Arizona) pour Waymo, et la ville de San Francisco (Californie) pour Cruise. Ils ont ensuite suivi une approche graduelle afin d'aboutir à la mise en place d'un réel service de mobilité automatisée à la demande. Elle s'est manifestée par des tests réalisés en premier lieu avec des opérateurs de sécurité présents à bord des véhicules, puis sans opérateur, et enfin l'ouverture d'un service payant sous certaines conditions (inscription préalable, plages horaires limitées, etc.).

En l'occurrence, Waymo fait circuler ses robots-taxis, des Chrysler Pacifica automatisés, à Phoenix dans la banlieue depuis 2019 et dans le centre-ville depuis 2022. Ce sont aujourd'hui près de 300 véhicules sans opérateur à bord qui sont accessibles 24h/24h pour un service payé 1\$ la minute. La filiale de Google déploie également environ une centaine de véhicules automatisés (Jaguar I-Pace) à San Francisco depuis 2021 mais dont le service n'est pas encore payant.



De son côté, Cruise déploie à San Francisco depuis 2015 environ 150 robots-taxis (Chevrolet Bolt) dans certains quartiers au nord-ouest de la ville. De plus, l'entreprise liée à General Motors fournit le seul service payant à la demande en ville, sans opérateur à bord, qui est accessible depuis mars 2022 mais seulement de nuit entre 22h et 6h du matin.

Selon Marc Amblard, consultant spécialisé dans l'auto-tech et la mobilité qui réside en Californie depuis 2017 et qui a partagé son expérience avec la Communauté²⁸, la circulation de robots-taxis est une réalité déjà bien présente et ancrée dans le quotidien des habitants de ces deux grandes villes. La facilité d'usage et le confort ressenti par les utilisateurs à bord de ces véhicules sans conducteur jouent un rôle central en matière d'acceptabilité et d'expérience passager.

Cependant, les incidents sont devenus plus fréquents à San Francisco depuis un an et ont fait la une des médias ces derniers mois. Certains habitants hostiles vont jusqu'à saboter la circulation des robots-taxis en déposant des plots sur leurs capots qui brouillent les capteurs des véhicules. D'après Marc Amblard, les avis varient entre les habitants de San Francisco généralement plus hostiles aux robots-taxis que

ceux de la Silicon Valley. Malgré ces incidents et l'opposition d'une partie de la population, cette nouvelle technologie trouve néanmoins progressivement sa place dans la ville.

CHINE

Outre les États-Unis, la Chine apparaît comme l'autre pays majeur dans le développement de services de robots-taxis à la demande. Les acteurs chinois présentent un profil proche de celui de leurs homologues américains. Leurs stratégies d'investissements et de déploiement, ainsi que leur avancement technologique, se rapprochent également de ceux observés aux États-Unis.

²⁸ CIVA, Atelier 22, 28/09/2023.

Cependant, la Chine dispose aujourd'hui d'un grand nombre d'entreprises impliquées dans le développement de la conduite fortement automatisée. Le secteur des robots-taxis dans le pays ressemble donc plutôt à la situation qui existait aux États-Unis avant la consolidation et la concentration du marché observée depuis trois ans. Les principaux acteurs chinois de la mobilité automatisée pour le transport de personnes sont les suivants :

- > **Apollo Go qui présente un profil similaire à celui de Waymo aux États-Unis.** Créée en avril 2017, Apollo est la filiale spécialisée sur la conduite automatisée de Baidu, le géant de l'Internet chinois. Elle développe de multiples solutions de mobilité automatisée, des services de robots-taxis basés sur des véhicules produits par Hongqi, GAC et BAIC, ou des navettes automatisées coconstruites avec l'industriel chinois Kinglong.
- > **AutoX qui est une startup fondée en 2016** par un chercheur chinois du MIT et de Princeton avec l'objectif de devenir un leader mondial des véhicules automatisés. Elle est soutenue par le groupe Alibaba, géant du commerce en ligne, et le constructeur automobile SAIC Auto. L'entreprise utilise des véhicules produits par Honda ou Fiat Chrysler pour le développement de ses opérations.
- > **Didi, l'entreprise de service de mobilité à la demande, a créé en 2019** une division spécialisée dans la conduite automatisée, suivant une trajectoire similaire à celle d'Uber aux États-Unis. L'entreprise s'appuie pour ses véhicules sur un partenariat avec le groupe automobile Geely qui détient notamment Volvo.
- > **Pony.ai est une startup fondée en 2016** par deux anciens ingénieurs ayant œuvré au développement du programme de mobilité automatisée de Baidu et de Google. Son siège se situe aux États-Unis, même si la plupart de ses opérations ont lieu en Chine. L'entreprise bénéficie du soutien de Hyundai et de Toyota, l'entreprise japonaise y ayant investi près d'un milliard de dollars depuis 2020.

- > **WeRide.ai a été créée en 2017.** Cette start-up s'appuie sur le soutien de constructeurs automobiles tels que le chinois GAC ou l'alliance Renault-Nissan-Mitsubishi. Le profil de l'entreprise se rapproche de celui d'Argo AI soutenue jusqu'en 2022 par Volkswagen et Ford.

La stratégie poursuivie par les entreprises chinoises de robots-taxis se rapproche de celles des acteurs américains. Elles se sont concentrées sur la circulation de véhicules avec, puis sans opérateur à bord, dans quelques quartiers tests des principales mégapoles : par exemple dans le quartier de Yizhuang à Pékin, dans les districts de Jiading et Pudong à Shanghai, ou encore à Guangzhou (Canton).

La superficie couverte est plus importante que celle affichée par les opérateurs américains, sans possibilité toutefois de vérifier la réalité de ces affirmations. Par ailleurs, les entreprises chinoises ont proposé la mise en place de services commerciaux assez rapidement avec un opérateur de sécurité à bord du véhicule.



L'accélération contrariée aux États-Unis et prometteuse en Chine des déploiements de robots-taxis

Il faut souligner qu'une accélération des déploiements des services de mobilité automatisée à la demande est à l'œuvre, aussi bien aux États-Unis qu'en Chine. En effet, les grands opérateurs américains commencent à déployer leurs véhicules dans d'autres villes que San Francisco et Phoenix pour se confronter à des contextes urbains et routiers différents. Waymo fait circuler depuis cette année 2023 ses véhicules dans les rues de Los Angeles. Cruise, dont les véhicules circulent à Phoenix depuis 2022, a aussi commencé le déploiement de ses robots-taxis dans les villes texanes d'Austin, de Dallas et de Houston.

Un autre signe notable est le rapprochement entre des acteurs historiques du secteur. Waymo a par exemple annoncé au printemps avoir noué un partenariat avec Uber pour utiliser sa plateforme de gestion de flottes. Alors que le géant de la mobilité à la demande s'était retiré de la course aux véhicules automatisés en 2020, son retour dans le jeu montre à la fois l'anticipation du passage à l'échelle des services de robots-taxis et les énormes perspectives commerciales ouvertes par ces derniers²⁹.

L'événement marquant de cette accélération a surtout été l'annonce en août par la *California Public Utilities Commission* (CPUC), après plusieurs mois de débats, de son accord pour que Waymo et Cruise puissent étendre à San Francisco leurs services payants 24h/24h et 7jours/7³⁰, avec un opérateur présent à bord en journée. D'après Xavier Tackoen, directeur général du cabinet Espaces-Mobilités spécialisé dans les transports, il s'agissait là d'un tournant historique dans le développement des services commerciaux de robots-taxis aux États-Unis.

Cependant, cette dynamique a été brutalement stoppée à la suite d'un accident à San Francisco début octobre impliquant un des robots-taxis de Cruise. Une piétonne, percutée par une voiture normale, a été projetée devant le robot-taxi et s'est retrouvée coincée sous ses roues. Bien que ce dernier ne soit pas directement responsable de l'accident³¹, l'État de Californie (*Department of Motor Vehicles*) a décidé de retirer à Cruise la licence autorisant la circulation de ses robots-taxis en ville en estimant qu'ils représentaient un risque pour la sécurité publique. Dans la foulée, Cruise a pris la mesure supplémentaire de suspendre le déploiement de tous ses véhicules sans conducteur partout dans le pays. Le dirigeant de l'entreprise, Kyle Vogt, a également démissionné et 900 personnes, soit près de 25 % des salariés, ont été licenciées³².

Ce revirement spectaculaire de la trajectoire de l'entreprise détenue par General Motors montre la fragilité de l'acceptabilité des technologies de conduite automatisée. La situation actuelle aux États-Unis invite aussi à relativiser l'avènement annoncé du passage à l'échelle de services commerciaux de robots-taxis et surtout à questionner les enjeux de leur intégration sécurisée et réussie dans le trafic routier et l'environnement urbain.

Finalement, c'est en Chine où l'accélération des déploiements est la plus visible et semble la plus solide. Apollo Go a été la première entreprise autorisée en 2022 à faire circuler des robots-taxis payants sans opérateur dans les villes de Wuhan et Chongqing³³. La filiale de Baidu, tout comme la startup Pony.ai³⁴, a reçu une autorisation similaire à Pékin quelques mois après³⁵. L'objectif ambitieux d'Apollo Go de déployer des robots-taxis dans une trentaine de villes dans les années à venir souligne l'engagement à grande échelle des opérateurs chinois dans la transition vers la mobilité automatisée à la demande.

²⁹ BELLAN, Rebecca, 23/05/2023, « Waymo self-driving cars will be available on Uber's app, starting in Phoenix », *TechCrunch*, <https://urlz.fr/pnv5>

³⁰ WESSLING, Brianna, 11/08/2023, « CPUC votes to grant Cruise & Waymo final permits », *The Robot Report*, <https://urlz.fr/pnvf>

³¹ WAMBUI, Catherine, 06/10/2023, « Cruise Autonomous Car Traps Pedestrian in San Francisco Accident: Not at Fault », *West Island Blog*, <https://urlz.fr/pnvZ>

³² KOROSEC, Kirsten, 14/12/2023, « Cruise slashes 24% of self-driving car workforce in sweeping layoffs », *TechCrunch*, <https://urlz.fr/pnwv>

³³ GASGOO, 08/08/2022, « Baidu greenlighted for China's first-ever commercial driverless Robotaxi service », <https://urlz.fr/pOLP>

³⁴ AMBLARD, Marc, juillet 2023, « Robotaxis: Balancing Tech, Regulations and Public Acceptance », *Orsay Consulting*, <https://urlz.fr/pOLR>

³⁵ PANDAILY, 20/07/2022, « Baidu and Pony.ai Allowed to Pilot Robotaxi Commercial Operation in Beijing », <https://urlz.fr/pOMO>



En 2023, ce sont les autorités de Guangzhou, Shenzhen et plus récemment Shanghai qui ont octroyé à la startup Pony.ai la possibilité de déployer ses robots-taxis sans opérateur à bord. WeRide a aussi reçu l'autorisation en novembre 2023 d'effectuer un essai de service commercial avec un véhicule sans opérateur mais avec uniquement une surveillance à distance dans la zone de démonstration de la conduite automatisée de haut niveau de Pékin³⁶.

Ces exemples mettent en lumière à la fois l'ampleur de l'expansion actuelle des services de robots-taxis en Chine et la diversité croissante des villes où ces technologies sont déployées. Ils montrent également la confiance croissante dans la fiabilité et la sécurité des technologies de conduite automatisée, ouvrant la voie à une adoption plus large de services commerciaux de robots-taxis.

Cependant, il est essentiel de suivre de près les développements réglementaires, les normes de sécurité et les réactions du public chinois à mesure que ces technologies évoluent et que leur déploiement s'accélère. La réussite de ces initiatives pourrait non seulement transformer la mobilité urbaine en Chine, mais aussi influencer la trajectoire mondiale de l'industrie des véhicules automatisés.

Un écart financier et technologique avec l'Europe en cours de réduction

Lorsque l'on compare la trajectoire de développement du secteur la mobilité automatisée aux États-Unis, en Chine et en Europe, le premier constat notable est le gouffre financier séparant les entreprises américaines et chinoises par rapport aux acteurs européens et français.

Les entreprises américaines du secteur ont bénéficié de plusieurs milliards de dollars pour parfaire leurs technologies de conduite automatisée. Waymo a levé 5,5 milliards de dollars depuis 2020 pour financer le développement de ses activités. Dans le même temps, Cruise a levé pour sa part 10,6 milliards de dollars, principalement auprès de General Motors, d'Honda et de Microsoft³⁷. D'après Xavier Tackoen, Cruise dépensait environ 1,5 à 2 millions de dollars par jour avant la mise en pause brutale de ses activités.

De leur côté, les acteurs européens ont bénéficié d'investissements nettement moins importants, de l'ordre de quelques dizaines de millions d'euros, conduisant parfois certains à de graves difficultés financières. En effet, les fabricants de navettes automatisées ont privilégié une multiplication des cas d'usage testés (sites fermés, premier/dernier km, pôle à pôle, en zone périurbaine et rurale, etc.).

³⁶ GASGOO, 20/11/23, « WeRide authorized for commercial trial of Robotaxi service with no safety operator onboard in Beijing », <https://urlz.fr/oF4b>

³⁷ Voir Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, *De l'expérimentation technologique à l'expérience d'un service de mobilité autonome*, Rapport 2022 / 2023, 2023, Paris, Conseil & Recherche, p. 122, Disponible sur : <https://urlz.fr/mjwh>.

³⁸ COROT, Léna, 26/01/ janvier 2023, « Soutenue par Toyota, May Mobility lève 83 millions de dollars pour déployer ses véhicules autonomes » *L'usine digitale*, Disponible sur : <https://urlz.fr/p1wK>



Cela s'est traduit par une forme d'éparpillement des expérimentations qui a limité la capacité des acteurs à capitaliser sur les enseignements produits. La situation a résulté d'une contrainte économique plus que d'un choix technique, le modèle d'affaires choisi par les fabricants étant jusqu'à récemment basé principalement sur la vente de navettes et moins centré sur le développement du logiciel de conduite automatisée adaptable à différents véhicules.

Les opérateurs américains et chinois de robots-taxis se distinguent également dans leur stratégie de concentration sur certaines villes (Phoenix et San Francisco aux États-Unis ; Pékin, Shanghai, Guangzhou, Chongqin et Wuhan en Chine), et sur un cas d'usage unique : la mise en place d'un service à la demande en ville. Les autres cas d'usage potentiels (premier/dernier km, zones rurales, etc.) ne sont pas réellement explorés par les acteurs dominants du marché.

Néanmoins, nous pouvons constater des convergences en cours avec l'Europe en matière de logiques de déploiement et de modèles véhicules automatisés. Des entreprises américaines investissent par exemple de nouveaux cas d'usage comme la startup May Mobility, soutenue notamment par Toyota³⁹, qui prévoit de fournir en 2024 avec ses véhicules automatisés un service de mobilité inclusive pour les professionnels et les patients d'un centre de santé en Californie³⁹. De même, l'opérateur Beep a annoncé à l'été le déploiement à San

Francisco de navettes automatisées, les anciens modèles Olli de Local Motors, et même la circulation de bus automatisés à Orlando en Floride. En Chine, Apollo Go envisage d'autres cas d'usage dont l'utilisation de ses technologies pour l'automatisation de lignes régulières de transports collectifs.

Par ailleurs, une autre similitude concerne les types de véhicules qui sont développés pour des services de mobilité automatisée partagée. Les acteurs américains et chinois tendent à développer de nouveaux véhicules proches des modèles de navettes automatisées développées par les fabricants français et européens. Les grands opérateurs américains affichent en effet leur volonté de s'appuyer sur des plateformes dépourvues de volant et de pédales mais aussi plus grandes en termes de capacité afin de réduire le nombre de véhicules en circulation.

C'est le cas pour Waymo qui a dévoilé en novembre 2022 son futur modèle de robot-taxi, baptisé ZeekR, élaboré en partenariat avec le constructeur chinois Geely. Cruise développe également un nouveau véhicule baptisé *Cruise Origin*. L'entreprise est en attente de l'homologation de ce dernier par l'administration fédérale américaine pour pouvoir développer en série ses véhicules⁴⁰. Les acteurs chinois suivent une trajectoire similaire, Apollo Go développant notamment une navette RT6 conçue avec le constructeur de bus et cars Kinglong.

³⁹ KUTTERER, Karsten « May Mobility announces first California deployment, aims to improve access to healthcare with on-demand autonomous microtransit », 19/09/ septembre 2023, *May Mobility*, <https://urlz.fr/p1w6>

⁴⁰ HAWKINS, Andrew, J., 07/09/2023, « Cruise 'just days away' from approval to mass-produce Origin robotaxis without steering wheels », 7 septembre 2023, *Theverge.com*, <https://urlz.fr/nGeK>

Enseignements et défis pour le passage à l'échelle des véhicules automatisés à la demande

Les déploiements de véhicules sans conducteur en Europe, aux États-Unis et en Chine mettent finalement en lumière les enjeux techniques, réglementaires et économiques qui restent encore à traiter pour accélérer le passage à l'échelle de la mobilité automatisée.

Des enjeux technologiques liés aux véhicules, aux infrastructures et au partage des données

Les projets AVENUE et SHOW permettent de tirer un certain nombre d'enseignements concernant en premier lieu **les enjeux technologiques liés aux limites dans les interactions des véhicules automatisés avec les autres usagers de la route et l'infrastructure**. C'est ce que mettent en lumière les retours d'expérience de trois démonstrateurs du projet SHOW ayant testé des navettes automatisées à Bruxelles (Belgique), Linköping (Suède) et Turin (Italie).

La maturité technologique actuelle des véhicules, de leurs capteurs (cameras, lidars, radars) et des interfaces homme-machine (IHM), ne permet pas **des interactions claires et sécurisées avec les autres véhicules et usagers sur la route**. C'est notamment le cas lors de situations complexes (dépassements, intersections, obstacles etc.) ou de conditions climatiques difficiles (pluie, neige, brouillard) qui engendrent des freinages brusques ou d'urgence de la navette. Les porteurs de ces projets recommandent ainsi l'usage des ceintures de sécurité pour les passagers et l'ajout d'équipement de sécurité pour les opérateurs à bord des véhicules⁴¹.

Un autre enjeu central est **l'équilibre à trouver entre le maintien de la sécurité au sein de la navette et à l'extérieur de celle-ci, d'autant plus lors du retrait de l'opérateur à bord**.

Les Transports Publics Genevois ont travaillé cet aspect du *monitoring* interne et externe sur le site de Belle-Idée. En effet, ils ont installé un petit centre de supervision avec trois écrans affichant les données issues des véhicules, des réservations sur l'application ou encore des trajets réalisés. Ils ont également équipé les navettes de deux caméras et d'un écran permettant de communiquer avec les passagers et de savoir ce qui se passe à bord du véhicule, par exemple le respect des distances de sécurité entre passagers pendant la crise du Covid-19.

Un dernier enjeu intéressant soulevé par ces différents projets européens est **l'adaptation des véhicules automatisés à l'infrastructure physique et numérique**. Par exemple, les expérimentations ont fait émerger le besoin d'avoir des points de repères fixes le long de la route pour l'orientation des lidars des navettes, ainsi qu'un lieu de stockage, de recharge et de maintenance adaptés pour ces nouveaux véhicules⁴².

La question de l'infrastructure numérique est également cruciale pour le déploiement de la mobilité automatisée et connectée. Les différents opérateurs de transport public impliqués dans les projets soulignent la question majeure de **l'ouverture des données et des interfaces (*application programming interfaces* – API) utilisées par les fabricants des navettes et de solutions liées**. Outre les lenteurs et les redondances causées par le manque de transparence et de partage des données, cela engendre aussi des difficultés dans l'intégration des véhicules automatisés aux systèmes de gestion de flottes utilisés par les opérateurs de transports publics. Ces derniers ont surtout pour problème d'être dépendants d'un seul fournisseur de solutions et de services de mobilité automatisée⁴³.

En outre, **la multiplication des acteurs limite le**

⁴¹ ANUND, Anna et al., 2022, « Lessons learned from setting up a demonstration site with autonomous shuttle operation – based on experience from three cities in Europe », *Journal of Urban Mobility*, 2, p. 4-8, <https://urlz.fr/pOMI>

⁴² Ibid., p. 11

⁴³ KONSTANTAS, Dimitri, FOURNIER, Guy, 2023, « Fully automated public transportation mobility: the hidden challenges for a commercial deployment », *Open Research Europe* 2023, 3(71), p. 7, <https://urlz.fr/pOMq>

partage des données, qui est pourtant central, afin de permettre une mutualisation et une répliquabilité des projets et fait progresser le bien commun. On relève trois configurations relativement différentes à ce propos. Les Américains Waymo et Cruise fonctionnent sur le modèle du *self-reporting* et partagent beaucoup de données avec les universités et les autorités locales. En Chine, les opérateurs mettent en avant une approche de « clonage » pour répliquer les déploiements des véhicules automatisés. Selon Xavier Tackoen⁴⁴, le dirigeant d'Apollo Go, filiale de Baidu, a par exemple déclaré avoir besoin de seulement 10 à 15 jours pour créer un jumeau numérique et déployer ses robots-taxis dans une ville.

En Europe, les grands projets d'expérimentations multi-acteurs visent à limiter les frictions et les conflits pour améliorer le dialogue. Malgré cette volonté, on retrouve les mêmes difficultés dans le partage et la standardisation des données. Par exemple, la cartographie d'un précédent exploitant n'est généralement pas reprise par un nouvel opérateur. De plus, certaines autorités publiques demandent beaucoup de données sans savoir vraiment dans quel but et comment les exploiter, ce qui peut décourager les acteurs privés à investir dans les véhicules automatisés.

Les résultats des projets AVENUE, SHOW et ULTIMO ont toutefois montré la possibilité de déployer rapidement des véhicules automatisés avec le niveau actuel de maturité technologique, par exemple en adaptant le cas d'usage traité et en s'appuyant sur une infrastructure frugale en zone périurbaine et rurale. Les partenaires de SHOW ont par exemple réussi à développer une architecture digitale modulable pouvant s'intégrer facilement aux systèmes de gestion de flottes actuels et une architecture de référence pour modéliser les interactions entre les divers acteurs d'un système intégré pour favoriser leur interopérabilité⁴⁵.

⁴⁴ CIVA, atelier 22, 28/09/2023.

⁴⁵ CORNET, Henriette, novembre 2021, « Projet européen SHOW : faire des navettes autonomes un véritable mode de mobilité », TEC, (251), p. 32-33.





Des défis réglementaires comme freins au passage à l'échelle

La réglementation joue un rôle central dans l'encadrement du déploiement des nouveaux services de mobilité automatisée à la demande. Variant d'un pays à un autre, elle concerne divers aspects comme la vitesse des véhicules, la fréquence de leur déploiement, la présence ou l'absence d'opérateur à bord, etc.

L'Europe est clairement en avance dans la mise en place d'un cadre de régulation des véhicules automatisés, à la fois au niveau de l'Union européenne et de ses États membres. Comme évoqué précédemment, c'est le cas en France où le Gouvernement a adopté un cadre législatif et réglementaire précis à la fois pour l'expérimentation mais aussi pour l'exploitation des systèmes automatisés de transport de personnes avec la loi d'orientation des mobilités et ses décrets d'application⁴⁶.

De son côté, la Chine a suivi une voie similaire en encadrant le développement de la conduite automatisée grâce à une forte intégration entre les secteurs public et privé. En effet, Pékin a fait du véhicule sans chauffeur un élément clé de sa politique industrielle, le Parti communiste ayant adopté en 2018 une stratégie sur le développement des véhicules intelligents. Elle vise à faire du pays le leader mondial des véhicules automatisés à l'horizon 2030, afin de lui permettre de dominer le marché mondial et d'imposer ses normes en la matière. Les entreprises chinoises bénéficient ainsi d'un soutien en matière de réglementation et d'infrastructures, ce qui participe à cette accélération plus rapide du secteur.

À l'inverse, les États-Unis apparaissent en retard sur le volet réglementaire. Marc Amblard a souligné⁴⁷ la primauté donnée à la technologie sur la réglementation, ce qui offre plus de liberté aux différents acteurs de tester et de développer leurs projets qu'en Europe. L'État fédéral américain est ainsi largement en retrait et laisse aux différents États le choix d'autoriser ou non le déploiement de véhicules automatisés sur leurs routes. D'où une grande disparité entre ceux (Arizona, Californie, Floride, Nevada, Texas, etc.) qui soutiennent le développement de cette technologie et les autres.

Marc a également pointé le « mille-feuille institutionnel » et la complexité du système américain avec l'existence de divers échelons de décision (État fédéral, États, comtés, villes, etc.). C'est le cas par exemple en Californie où deux institutions se partagent la compétence sur les robots-taxis. Le *Department of Motor Vehicles* (DMV) de l'Agence des Transports de l'État s'occupe de l'homologation technique des véhicules, alors que la *California Public Utilities Commission* (CPUC) donne l'autorisation d'exploitation commerciale du service. De son côté, la ville de San Francisco a un pouvoir très

⁴⁶ Voir 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.

⁴⁷ CIVA, atelier 22, 28/09/2023.

limité alors qu'elle est la première concernée. D'après Xavier Tackoen qui a pu la rencontrer en août 2023, la petite équipe qui compose le *San Francisco Municipal Transportation Agency* (SFMTA) n'a pas les ressources suffisantes pour suivre les déploiements de robots-taxis.

Les départements des transports de huit États américains se sont néanmoins associés en juin 2023 pour lancer **AccelerateAV.org**, un forum en ligne visant à faciliter la collaboration entre les acteurs publics et privés dans le domaine des véhicules automatisés. L'objectif principal est de favoriser la communication et la collaboration entre les entreprises et les autorités locales pour favoriser et accompagner le déploiement des véhicules sans conducteur notamment en ce qui concerne les infrastructures et l'application de la loi⁴⁸.

Un modèle économique en construction

La définition d'un modèle d'affaires (*business model*) est également déterminante pour le déploiement à grande échelle de services commerciaux de véhicules automatisés à la demande, que ce soient des robots-taxis ou des navettes automatisées. Or, les expériences américaines, chinoises et européennes mettent en lumière les difficultés à construire un modèle de service économiquement viable.

La tarification actuelle des services de robots-taxis aux États-Unis dépend de deux éléments : la distance et le temps. Selon Marc Amblard⁴⁹ le prix pour utiliser un robot-taxi de Cruise à San Francisco correspond à un forfait fixe de 5 dollars, plus 0,40 dollar par minute et 0,90 dollar par mile pour chaque course. À titre d'exemple, une course de 8 miles (14 km) qui dure 47 minutes coûte 23 dollars. Par conséquent, les prix sont très compétitifs en comparaison avec un taxi classique ou un service de VTC comme Uber ou Lyft. Les opérateurs de robots-taxis ont également une marge importante de progression pour

amortir davantage les coûts sur des centaines de milliers de kilomètres parcourus. Marc a évoqué la possibilité de baisser le prix de 3,50 à 1 dollar par mile voire moins.

À ce propos, Cruise a annoncé son ambition de diviser par cinq le coût d'une course en robot-taxi, qui coûterait alors 4 à 5 dollars contre 2 à 3 dollars pour le prix d'un ticket de transport en commun. En outre, Waymo a déclaré viser une diminution rapide de 50 % du prix du trajet afin de marquer les esprits tout en allant vers davantage de transport collectif. S'appuyant sur son expérience dans le transport public, Xavier Tackoen a toutefois expliqué⁵⁰ qu'une baisse de 30 % à 40 % serait plus réalisable et crédible dans un système mutualisé générant naturellement plus de recettes. Il a également évoqué l'exemple de la ville de Phoenix où les prix des robots-taxis sont quasiment similaires à ceux des taxis classiques.

Les différents opérateurs américains dépensent plusieurs milliards de dollars par an dans le développement de leurs robots-taxis, sans retours financiers directs pour l'instant. À titre d'exemple, ils mobilisent entre 2 500 salariés chez Waymo et 3 800 personnes chez Cruise (avant les licenciements massifs en fin d'année), ce qui représente une charge salariale significative qui varie en fonction des résultats financiers. Cruise a déclaré viser 1 milliard de dollars de chiffre d'affaires en 2025 mais la rentabilité associée à ce chiffre reste à définir. De plus, atteindre cet objectif impliquerait un élargissement très important de la flotte déployée de 5 000 à 10 000 véhicules sans conducteur selon Marc Amblard. Surtout, les difficultés actuelles de l'entreprise détenue par General Motors compromettent sérieusement ces perspectives économiques.

De leur côté, les différentes expérimentations de navettes automatisées conduites en Europe mettent en lumière l'importance des coûts, souvent cachés au départ, associés à la maintenance du véhicule et de la voirie. Outre la gestion des aspects pratiques (lieu de stockage

⁴⁹ CIVA, atelier 22, 28/09/2023.

⁵⁰ CIVA, atelier 22, 28/09/2023.



Kantar fait partie de la CIVA depuis ses débuts, en 2019. A travers notre contribution nous aidons à comprendre les leviers et barrières à l'acceptabilité des véhicules automatisés d'un point de vue des usagers, citoyens et des collectivités locales. Nos études et l'expérience nous ont montré que si les enjeux de mobilité sont globaux, les solutions elles sont souvent locales, et doivent être adaptées au contexte (offres déjà existantes, réglementations, infrastructures...) et besoins des habitants et collectivités.

Isabelle Rio-Lopes,
Directrice du secteur Mobilité
chez Kantar Insights France
Conseil d'orientation 6, 25 mai 2023



et de recharge, entretien des capteurs, entretien de la végétation sur le trajet, formation des intervenants, etc.), les collectivités locales et les opérateurs de transport doivent tenir compte dans leur budget des ressources humaines, matérielles et financières nécessaires pour gérer ces multiples aspects du service.

Le projet SHOW a permis d'envisager plusieurs modèles économiques possibles pour la mobilité urbaine automatisée à la demande, qui dépendent toutefois de certaines conditions à court et moyen terme telles que :

- > **le développement d'une offre de véhicules automatisés** différents et homologués ;
- > **l'absence de limitation de vitesse** pour les véhicules ;
- > **l'absence d'opérateur à bord** ;
- > **l'intégration de ces services dans les systèmes de tarification existants** des opérateurs de transport public ;
- > **l'ouverture et le partage de sets de données** entre les acteurs publics et privés.

Le projet AVENUE a également démontré l'intérêt économique d'un modèle fondé sur l'utilisation de flottes de navettes automatisées pour du transport à la demande en porte-à-porte⁵¹. Les partenaires du projet ont développé un outil d'évaluation économique des coûts externes (pollution, bruit, accident etc.) associés aux différents services de mobilité automatisée. Cet outil vise à aider les collectivités locales et les opérateurs de transport public à calculer la taille optimale de leur flotte de navettes, les coûts liés à l'achat des véhicules, le coût par passager et la rentabilité pour chaque situation⁵².

En capitalisant sur ces acquis les porteurs du projet ULTIMO envisagent d'améliorer les débouchés économiques de l'automatisation de la conduite pour le transport public à la demande grâce notamment à :

⁵¹ AVENUE Project, <https://urlz.fr/p0Mz>

⁵² ANTONIALLI, F., MIRA-BONNARDEL, S., BULTEAU, J., 2021, « Economic Assessment of Services with Intelligent Autonomous Vehicles: EASI-AV », In, MIRA-BONNARDEL, S., ANTONIALLI, F., ATTIAS, D. (éds), *The Robomobility Revolution of Urban Public Transport*, Transportation Research, Economics and Policy, Springer, Cham, <https://urlz.fr/p6J9>

- > **l'adaptation des cas d'usage au niveau technologique et d'usure** des véhicules ;
- > **le développement d'une pluralité de services** pour les passagers de navettes sans opérateur à bord ;
- > **le réemploi des véhicules servant au transport de personnes pour le transport de biens** en heures creuses et la nuit selon une approche de *Logistics as a Service* (LaaS)⁵³.

Plus largement, le *business model* d'un service de transport public automatisé est encore en cours de construction par les opérateurs qui travaillent sur plusieurs pistes. L'automatisation de la conduite pourrait constituer une réponse face aux difficultés de recrutement de chauffeurs tout en maîtrisant les coûts de cette solution de mobilité. Elle pourrait aussi être utile dans le management des dépôts de bus. En effet, un enjeu concerne l'optimisation du temps de travail des chauffeurs qui attendent parfois plusieurs heures pendant le rechargement, le lavage et la maintenance des véhicules. L'hybridation entre le transport de voyageurs et de marchandises constitue une autre piste intéressante pour rationaliser les usages des véhicules et construire un modèle d'affaires viable.

Le développement des véhicules automatisés promet ainsi d'optimiser l'efficacité du transport public en éliminant les contraintes humaines telles que la fatigue et les limites de temps de conduite, permettant une utilisation étendue du service, en particulier la nuit. Cette technologie pourrait rapidement amortir ses coûts grâce à une amélioration significative de la productivité et à une meilleure gestion du trafic.

Cependant, l'accent doit être mis sur les investissements dans la fabrication de navettes automatisées plus grandes, plus robustes et plus matures technologiquement, ce qui permettrait d'évoluer vers un modèle de

mobilité partagée qui respecte l'environnement et réponde aux besoins sociétaux. Des défis subsistent également concernant la gestion des flottes, la maintenance des véhicules ou l'adaptation aux conditions météorologiques.



⁵³ KONSTANTAS, Dimitri, FOURNIER, Guy, op.cit., p. 12.

♦

LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE POUR LE TRANSPORT PUBLIC : LE DIFFICILE PASSAGE DE L'EXPÉRIMENTATION À L'EXPLOITATION

Les résultats des déploiements de navettes automatisées en France ces dernières années montrent les difficultés liées au passage de l'expérimentation à l'exploitation d'un service de transport public routier automatisé. C'est le cas du projet ENA dont les expérimentations à Sophia Antipolis et Cœur de Brenne ont permis de tirer des enseignements utiles pour améliorer la sécurité, l'acceptabilité et les divers impacts des navettes automatisées. Les opérateurs de transport public cherchent par ailleurs à s'adapter à l'automatisation en faisant évoluer les compétences et les métiers au sein de leurs équipes. Ils expérimentent également des navettes supervisées à distance comme Keolis à Châteauroux et beti sur le territoire de Crest et du Val de Drôme. Cependant, de nombreux défis restent à relever pour assurer la sécurité et la qualité de service nécessaires à l'exploitation d'un service de mobilité automatisée sans opérateur à bord.

Bilan du projet Expérimentations de Navettes Autonomes (ENA)

Mené par un large consortium d'acteurs industriels, scientifiques et territoriaux, le projet ENA avait pour objectif d'expérimenter des navettes automatisées sur l'agglomération de Sophia Antipolis et sur la communauté de communes rurale de Cœur de Brenne. Le projet a permis de tirer plusieurs enseignements quant à la méthodologie générale de conception et d'évaluation d'un service de transport collectif automatisé. Les mesures des impacts socio-économiques, environnementaux et sécuritaires se sont révélées mitigées. Par ailleurs, l'évaluation de l'acceptation des usagers et des non-usagers a fait ressortir les améliorations à apporter sur la qualité du service et la communication.

L'origine, les partenaires et les expérimentations du projet ENA

Dans le sillage de l'adoption de la stratégie nationale sur le développement des véhicules autonomes dévoilée en mai 2018, le **Gouvernement a lancé l'appel à projets « Expérimentation du Véhicule Routier Autonome » (EVRA)**. Ce dernier était opéré par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) et financé dans le cadre du 3e Programme d'investissements d'avenir.

Deux grands consortiums ont été retenus en avril 2019 en tant que lauréats :

- > **le projet « Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome » (SAM)** réunissant 13 expérimentations et piloté par la Plateforme automobile (PFA) ;
- > **le projet « Expérimentations de Navettes Autonomes » (ENA)** regroupant trois expérimentations sous la coordination de l'Université Gustave Eiffel (UGE).

Conformément à la logique voulue par l'État, ces deux projets sont le fruit d'une **co-construction entre trois types de partenaires**, à savoir : des entreprises fournisseuses de technologies sur la conduite automatisée et l'infrastructure ; des centres de recherche pour analyser les usages et évaluer les impacts des services ; et des territoires pour tester des cas d'usage opérationnels répondant aux besoins de mobilité des habitants.



Le projet ENA regroupait ainsi au départ douze partenaires officiels⁵⁴ :

- > **deux acteurs scientifiques** : l'Université Gustave Eiffel (UGE) chargée de la coordination globale du projet et de plusieurs enquêtes sur l'acceptabilité et l'acceptation, la sécurité et le confort ; l'École nationale des travaux publics de l'État (ENTPE) chargée de l'évaluation des impacts socio-économiques et environnementaux ;
- > **sept acteurs privés** : Berthelet, un opérateur de transport public de la région lyonnaise ; Navya (devenu Gama) fabricant de navettes automatisées ; Eiffage Energies Systèmes sur la communication entre l'infrastructure routière et les véhicules ; EDF sur l'analyse de l'acceptabilité et de l'acceptation des non-usagers ; Instant System sur les interfaces homme-machine et le développement d'une application ; Sector sur la sûreté de fonctionnement des navettes automatisées ; Transpolis sur les tests de sécurité et des scénarios critiques ;
- > **trois intercommunalités** : la communauté de communes de Cœur de Brenne (CDB) dans l'Indre, la communauté d'agglomération de Sophia Antipolis (CASA) dans les Alpes-Maritimes et Nantes Métropole en Loire-Atlantique.

Le consortium initial de partenaires a toutefois évolué en cours de projet. D'une part, Nantes Métropole a abandonné, pour des raisons budgétaires, son expérimentation visant à améliorer la desserte de l'aéroport grâce à des navettes circulant sur un site propre. D'autre

part, le fabricant de navettes MILLA a participé à l'expérimentation de Cœur de Brenne avec son MegaVan, un Renault master automatisé de 7 places assises pouvant circuler à une vitesse de 50 km/h, à la place de Navya dont la navette souffrait d'un déficit de vitesse pour les routes départementales de l'Indre.

Le projet ENA s'est donc finalement concentré sur deux cas d'usage de services de navettes automatisées :

- > **la desserte du dernier kilomètre en complémentarité du réseau de transport urbain sur l'agglomération de Sophia Antipolis**, avec la circulation de deux navettes depuis le terminus d'une station de bus à haut niveau de service pour relier une zone d'activités sur un parcours de plus de deux kilomètres ;
- > **la desserte pôle-à-pôle d'une zone rurale très peu dense sur le territoire de Cœur de Brenne**⁵⁵, avec le test d'une navette automatisée sur plus de 30 kilomètres aller-retour pour desservir 4 villages abritant des pôles de services de la communauté de communes.

Par ailleurs, un important travail a été effectué en amont des déploiements sur route ouverte grâce à des tests conduits sur le centre d'essais fermé de Transpolis situé près de Lyon, ainsi que sur les pistes de l'UGE à Nantes. Tous ces tests techniques avaient pour but de valider la sécurité, la fiabilité technique et le confort des navettes dans des situations critiques et des conditions particulières.

⁵⁴ Sur l'historique précis du projet ENA et de l'expérimentation à Cœur de Brenne, voir Communauté d'intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, La mobilité autonome à la rencontre des territoires, Rapport 2021 / 2022, Conseil & Recherche, Paris, p. 180-203, <https://urlz.fr/p1tz>

⁵⁵ Voir la fiche descriptive de l'expérimentation sur : <https://urlz.fr/p1uj>

Le budget total d'ENA était de 8 millions d'euros, dont 4,6 millions d'euros de subventions publiques. Prévu au départ jusqu'en 2022, le projet a vu son calendrier décalé à la suite de la crise sanitaire liée au Covid-19. La phase effective de roulage des navettes a ainsi démarré à l'été 2022 pour une durée de 6 mois, et la fin du projet a été repoussée à début 2023.

Une méthodologie de conception et d'évaluation d'un service de mobilité automatisée

Le projet ENA a permis aux partenaires de définir une méthodologie générale pour le déploiement d'un service de transport collectif automatisé. Cette méthodologie permet de combiner la conception et l'évaluation des enjeux techniques et non-techniques du service, ces derniers comprenant l'évaluation des usages, de l'acceptabilité et des différents impacts sécuritaires, socio-économiques et environnementaux.

Hélène Tattegrain, chercheuse à l'Université Gustave Eiffel en charge de la coordination des enquêtes du projet ENA, a présenté cette méthodologie à la Communauté⁵⁶. Bien que développée pour les expérimentations, elle est aussi applicable pour l'exploitation commerciale d'une navette automatisée. Cette méthodologie se découpe en trois grandes phases⁵⁷:

- 1 la préparation du cas d'usage ;**
- 2 la mise en œuvre du cas d'usage ;**
- 3 le bilan du cas d'usage.**

Chaque phase comporte différentes étapes et fait appel à des entrées, des méthodologies et des processus spécifiques.

Hélène Tattegrain a détaillé lors de son intervention le contenu de la première phase de préparation du cas d'usage qui met en lumière tous les cas d'usage existants. En effet, elle a expliqué que le cas d'usage évolue tout au long du projet en passant : d'un **cas d'usage sélectionné** par le pilote de projet à un cas d'usage consolidé après l'analyse de la faisabilité et de la sécurité, puis à un **cas d'usage autorisé** par les pouvoirs publics et enfin à un **cas d'usage concrétisé** pendant la phase de mise en service.

Au départ, il y a une partie importante qui est la **spécification du cas d'usage à partir des besoins des usagers et des territoires**. Il faut en effet identifier à partir de différentes méthodes d'enquête (entretiens, *focus groups*, analyse documentaire, etc.) les besoins et les attentes des usagers pressentis mais aussi les besoins et les contraintes des collectivités locales qui ont toute la connaissance du trafic, de la mobilité et des risques sur le territoire.

À partir de là, le cas d'usage est sélectionné par le pilote de projet. Hélène Tattegrain a souligné l'importance du choix de ce dernier qui, pour le projet ENA, était l'opérateur de transport Berthelet. Le pilote doit mettre en place des plannings, faire le cahier des charges, sélectionner l'exploitant, les constructeurs et les aménageurs et ensuite faire les études de faisabilité. Le pilote de projet doit ainsi avoir une connaissance technique et doit être habitué à faire des déploiements.

⁵⁶ CIVA, Atelier 23, 26/10/2023.

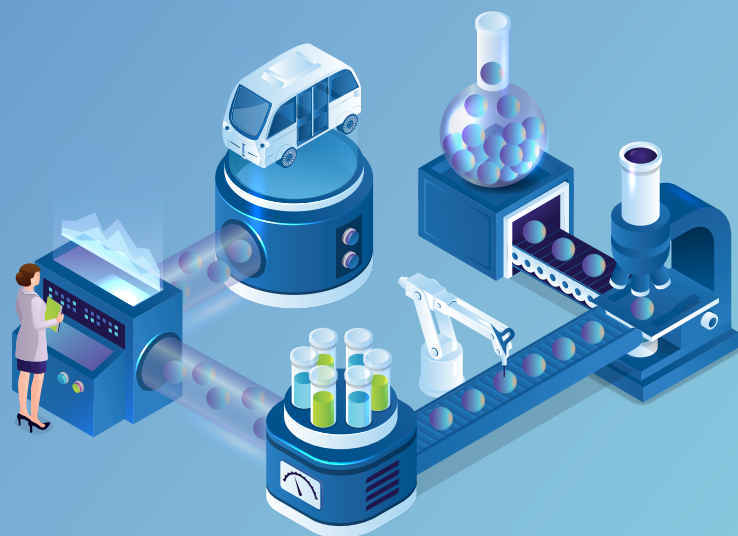
⁵⁷ Ministère chargé des Transports, « Évaluation des expérimentations et pilotes de services de transports routiers automatisés : l'approche méthodologique du projet ENA », Centre de ressources - Mobilité routière automatisée et connectée, mars 2023, <https://urlz.fr/po3A>

Les études de faisabilité s'appuient sur les tests de performance et de confort du véhicule à partir de scénarios critiques. Elles interagissent avec l'analyse de la sécurité reposant également sur des scénarios critiques et la réalisation de tests sur piste pour évaluer les capacités de réponse à la détection des objets et des événements par le système de conduite automatisée. Après les études de faisabilité (contraintes d'aménagement, de réglementation, de trafic, etc.) et l'analyse de sécurité (identification des scénarios critiques), on obtient les différents cas d'usage possibles.

Lorsqu'il y a une convergence entre les besoins identifiés au départ, la faisabilité, la sécurité et le budget, on arrive enfin à un cas d'usage consolidé. Ce dernier est présenté à l'État pour la demande d'autorisation et devient, après validation, un cas d'usage autorisé. Des développements techniques sont encore réalisés pour arriver finalement à un cas d'usage concrétisé. En parallèle, il faut identifier en amont les besoins pour la mesure des impacts afin de planifier avec l'opérateur du service des campagnes d'évaluation auprès des usagers et des riverains du territoire.

Des impacts socio-économiques, environnementaux et sécuritaires mitigés

Afin de mesurer les impacts socio-économiques et environnementaux des services de navettes automatisées testés dans le projet ENA, les chercheurs de l'Université Gustave Eiffel et de l'École nationale des travaux publics de l'État ont combiné l'analyse coûts-avantages (ACA) utilisée pour l'évaluation socio-économique, et l'analyse en cycle de vie (ACV) pour l'évaluation environnementale.





Ils ont construit plusieurs scénarios (expérimentation, probable et optimiste) sur l'offre et la demande du service à Sophia Antipolis et à Cœur de Brenne, afin de les comparer à un scénario de référence. Ils ont toutefois noté plusieurs difficultés, notamment dans l'évaluation de la demande pour un service de mobilité automatisée. En effet, **la demande est principalement liée à la qualité du service qui est indépendante de l'automatisation** en tant que telle mais peut être influencée par cette dernière, par exemple en matière de vitesse commerciale de circulation⁵⁸.

Les résultats des évaluations socio-économiques et environnementales se sont avérés mitigés et dépendants des configurations de chaque expérimentation. D'un point de vue environnemental, les effets n'étaient pas vraiment significatifs. Pour Sophia Antipolis et encore plus Cœur de Brenne, seul le scénario optimiste d'un report modal de la voiture vers la navette automatisée montrait un gain environnemental lié à l'effet d'usage d'un transport collectif.

Sur le plan socio-économique, l'amélioration de la performance dans le scénario optimiste, notamment en termes de temps de trajet et d'impact environnemental, **s'est révélée insuffisante pour inverser le lourd bilan économique du service**. Il faudrait en effet une demande très importante pour compenser les très importants coûts d'investissement et d'exploitation liés aux navettes automatisées, et ainsi bénéficier de gains d'échelle dans le déploiement du système.

Hélène Tattegrain a également évoqué dans son intervention⁵⁹ les résultats des évaluations de sécurité lors du déploiement des navettes automatisées avec un opérateur à bord. En premier lieu, **certains problèmes techniques sont à résoudre impérativement, tels que les fausses alarmes dues à la présence de végétation et la détection des oiseaux**, ainsi que le contournement des véhicules stationnés sur le trajet.

⁵⁸ Ministère chargé des Transports, mars 2023, « Évaluation socio-économique et environnementale des services de transports routiers automatisés : quelques éléments méthodologiques », Centre de ressources - Mobilité routière automatisée et connectée, <https://urlz.fr/p1sn>

⁵⁹ CIVA, Atelier 23, 26/10/2023.

Elle a précisé en second lieu que le principal problème de sécurité pour les utilisateurs étaient les freinages brusques. Concernant les relations avec les autres usagers de la route, les expérimentations ont mis en avant plusieurs moments et zones critiques tels que les refus de priorité, les dépassements, les passages piétons et les carrefours. La vitesse limitée de la navette, en particulier à Sophia Antipolis, et ses ralentissements à l'approche des passages piétons et des carrefours ont généré une mésentente les autres automobilistes.

Ces résultats soulignent les améliorations à apporter dans la communication de la navette avec les autres usagers de la route grâce aux interfaces homme-machine (IHM). D'après Hélène Tattegrain, un compromis doit surtout être trouvé sur la vitesse des navettes pour permettre à la fois la sécurité des passagers et des piétons mais aussi leur bonne intégration dans le trafic routier en évitant un différentiel de vitesse trop important avec les véhicules traditionnels.

L'acceptabilité des usagers et des non-usagers comme enjeu central du déploiement

Par ailleurs, l'Université Gustave Eiffel a piloté l'analyse de l'acceptabilité et de l'acceptation des navettes automatisées déployées à Sophia Antipolis et Cœur de Brenne. Ces enquêtes auprès des usagers avaient pour buts :

- > d'identifier les facteurs personnels susceptibles d'affecter l'acceptabilité (freins potentiels envers l'usage) ;
- > de définir des « profils usagers » en fonction de leur intention d'usage ;
- > de proposer un modèle cadre adapté aux spécificités de l'acceptabilité du cas d'usage⁶⁰.

Pour ce faire, les chercheurs ont mis en œuvre plusieurs méthodes d'enquête (questionnaires, entretiens, *focus groups*) pour suivre et mesurer l'évolution de l'acceptabilité a priori, de la satisfaction et de l'acceptation après des usages répétés du service. Ils ont travaillé à partir d'un échantillon représentatif de 2 612 utilisateurs au total interrogés dans les deux expérimentations.

Les résultats des enquêtes⁶¹ ont montré que les profils d'usagers les plus favorables a priori aux navettes automatisées étaient des personnes âgées entre 25-44 ans, en activité, habitant dans une grande agglomération et utilisant régulièrement des transports en commun. À l'inverse, les moins favorables étaient des personnes de 65 ans et plus, à la retraite, résidant dans une commune de moins de 2 000 habitants et automobilistes réguliers.

Concernant la satisfaction, les enquêtes ont remonté des jugements positifs des usagers sur les deux territoires. Les retraités se sont révélés plus satisfaits à l'usage que les étudiants sur l'efficacité des navettes, de même que les utilisateurs de transport en commun par rapport aux automobilistes. Si l'âge et le sexe n'ont pas joué sur les réponses, ce n'était pas le cas des freinages brusques qui ont pesé sur l'intention d'usage des répondants, en particulier à Sophia Antipolis. La présence d'un opérateur à bord a également été jugée comme centrale pour lever les craintes sur la sécurité et améliorer l'expérience du service.

De manière générale, beaucoup de retours des utilisateurs des navettes automatisées du projet ENA ont porté sur la qualité du service plutôt que sur l'automatisation ou le cas d'usage testé. Les attentes des usagers concernent en effet principalement la fluidité de roulage (freinages intempestifs), le confort des véhicules (climatisation, sièges, etc.) et le gain de temps (vitesse, fréquence de passage, etc.). Ces résultats sont confirmés par d'autres enquêtes dont le dernier baromètre Macif-Védécom sur l'acceptabilité du véhicule automatisé par les Français (voir encadré).

⁶⁰ Ministère chargé des Transports, mars 2023, « Méthodologie d'évaluation de l'acceptabilité au sein du projet ENA », Centre de ressources - Mobilité routière automatisée et connectée, <https://urlz.fr/p1u1>

⁶¹ 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, <https://urlz.fr/p1u6>

BAROMÈTRE 2023

VEDECOM-MACIF D'ACCEPTABILITÉ DU VÉHICULE AUTOMATISÉ⁶²:

Le baromètre 2023 Macif-Védécom a permis d'évaluer l'acceptabilité des Français vis-à-vis des navettes automatisées selon différentes dimensions pertinentes et divers types de services possibles. Cette quatrième édition du baromètre a été réalisée auprès d'un panel représentatif de la population française (genre, âge, répartition géographique) constitué de 2 504 personnes. Le questionnaire a été administré du 25 au 28 septembre 2023.

Les résultats montrent en premier lieu que les Français sont plus réticents à utiliser un bus automatisé (25,16 %) qu'une navette automatisée (19,81 %). Dans les deux cas, ceux qui ont l'intention d'utiliser ce type de transport sans conducteur sont plus nombreux chez :

- > les personnes faisant état d'une préoccupation écologique forte ;
- > les personnes jugeant leur manière de se déplacer comme peu adaptée à une mobilité durable et écologique ;
- > les personnes ayant déjà vu un véhicule automatisé ;
- > les personnes ayant déjà utilisé un véhicule automatisé ;
- > les plus diplômés ;
- > les personnes déclarant habiter dans une grande ville ;
- > les technophiles.

La fiabilité est la première condition donnée pour utiliser une navette automatisée puisqu'elle est jugée extrêmement importante

par 50,32 % des répondants. Elle est suivie par l'efficacité (temps de trajet, fréquence de passage) extrêmement importante pour 36,22 % et par le fait d'avoir un arrêt à proximité du lieu de départ (34,50 %).

Les navettes automatisées sont considérées utiles pour accroître l'offre de transport en commun, les préférences se portant sur un service avec un circuit et des horaires prédéfinis (46,05 %) plutôt qu'à la demande (24,36 %), avec un attrait plus important pour la reconversion d'anciennes lignes ferroviaires (53,27 %). L'usage d'une navette automatisée est envisagé en priorité pour se rendre à des rendez-vous (55,83 %), au travail (47,64 %) et à des loisirs (46,17 %) mais très peu pour emmener les enfants à l'école (15,97 %).

Par ailleurs, la navette sans conducteur est jugée utile partout (28,87 %) mais plutôt dans les grandes villes (22,24 %) que dans les villages (17,65 %). Dans l'ensemble, les personnes déclarant habiter dans un village 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.

Enfin, le niveau de connaissance actuelle des navettes automatisées est très faible avec une note moyenne de 2,8 sur 10. La sécurité (60,62 %), le coût pour l'utilisateur (45,85 %) et les services proposés (37,82 %) sont les principales connaissances qui inciteraient les Français à utiliser une navette automatisée à l'avenir.

⁶² Védécom Baromètre Macif-Védécom 2023, 4ème édition, État des lieux de l'acceptabilité du véhicule automatisé chez les Français, 11/01/2024.

Cette analyse de l'acceptabilité et de l'acceptation des usagers a également été complétée par une étude des non-usagers des navettes automatisées réalisée par deux sociologues du Groupe de Recherche Énergie, Technologie, Société (GRETS) d'EDF, Caroline Escoffier et Magali Pierre. Cette dernière est intervenue lors d'un atelier⁶³ pour présenter les conclusions de ce travail.

Elle a d'abord expliqué que l'intérêt de se concentrer sur **les personnes n'utilisant pas le service se justifie par le fait qu'elles représentent la majorité de la population, mais sont très souvent oubliées** par les porteurs de projet. On distingue plus précisément deux types de non-utilisateurs :

- > « **les utilisateurs potentiels** dont il s'agit d'identifier les freins à l'utilisation des services proposés ;
- > **les riverains qui partagent l'espace** du service dont il s'agit de comprendre les effets induits par celui-ci dans l'espace public (impacts sur l'image du territoire, la circulation) »⁶⁴.

D'après Magali Pierre, les mêmes types de freins ont été observés parmi les non-utilisateurs à Sophia Antipolis et Cœur de Brenne. Ces freins étaient liés aussi bien à l'utilisation d'un transport en commun, d'un véhicule automatisé ou à l'expérimentation elle-même.

À Sophia Antipolis, la rupture de charge causée par le transfert du bus à la navette ne rendait pas le service attrayant pour les automobilistes et les cyclistes, d'où une restriction du périmètre des usagers potentiels. Par ailleurs, la faible vitesse de la navette rendait la marche plus intéressante pour certains utilisateurs du bus. La lenteur des navettes et les arrêts fréquents sur la voie ont aussi suscité l'agacement des automobilistes et une augmentation de la congestion au rond-point sur le parcours. Enfin, de nombreux non-

utilisateurs ont cru que la navette ne leur était pas accessible, qu'elle était payante ou réservée à certaines entreprises du site.

À Cœur de Brenne, les *focus groups* avec des habitants ont mis en lumière **une absence d'appréhension a priori pour utiliser la navette automatisée malgré certaines craintes (sécurité, bugs informatiques, perte d'emplois)**. Néanmoins, les échanges ont fait émerger la **déception quant au parcours retenu**. Par exemple, des jeunes (15-20 ans) ont critiqué la desserte des villages au détriment des villes-centres, tandis que certaines personnes âgées ont regretté l'absence de porte-à-porte et de transport à la demande. Les retours ont également porté sur le temps trop court de déploiement de la navette et la mauvaise anticipation de sa recharge.

Magali Pierre a terminé sa présentation⁶⁵ en dressant un bilan commun aux deux expérimentations. D'abord, **elles sont le fruit d'un projet de territoire qui a fonctionné et les habitants ont accepté relativement bien la navette** en faisant tomber les craintes qu'ils avaient au départ. La navette a été considérée comme un symbole de reconnaissance des enjeux de développement des territoires à Cœur de Brenne et des enjeux d'innovation à Sophia Antipolis.

Finalement, l'enquête auprès des non-utilisateurs a souligné **le paradoxe d'un souhait de pérennisation du service sur le territoire rural de Cœur de Brenne même s'il y a eu peu d'usagers effectifs**. Au contraire, l'utilisation dominante de la voiture sur l'agglomération de Sophia Antipolis n'a pas été ébranlée par la présence de la navette. Des changements seraient à apporter sur la vitesse du véhicule, le partage de la route et l'organisation du trajet du départ jusqu'à l'arrivée en vue de favoriser l'utilisation du service de navettes automatisées par les riverains.



Il y a un sujet qui me semble essentiel qui est la question de l'évaluation et de la mesure d'impact des expérimentations. Lorsqu'on lance une expérimentation, il faut absolument évaluer pour pouvoir passer à l'échelle. Lorsque l'on crée un service pour des seniors, qui va leur permettre par exemple d'aller à leur centre de santé qui est éloigné du cœur de village, on crée un besoin. Et il faut s'assurer que cette expérimentation ne prendra pas fin au bout de 18 ou 24 mois. En ce sens-là, le sujet en amont de l'évaluation et de la mesure d'impact est vraiment un sujet essentiel.

Francis Demoz (LMI), Conseil d'orientation 6, 25 mai 2023



⁶³ CIVA, Atelier 23, 26/10/2023.

⁶⁴ Ministère chargé des Transports, « Méthodologie d'évaluation de l'acceptabilité au sein du projet ENA », op. cit.

⁶⁵ CIVA, Atelier 23, 26/10/2023.

Nouvelles compétences et nouveaux métiers du transport liés à la conduite automatisée

Le développement des nouvelles technologies comme la conduite automatisée bouleverse aussi l'organisation du travail dans le secteur des transports. Les opérateurs cherchent à s'adapter en faisant évoluer les compétences de leurs salariés, en premier lieu celles des conducteurs professionnels. L'automatisation offre ainsi de nouvelles opportunités de carrière aux conducteurs de bus pour devenir par exemple opérateurs de navettes automatisées. De nouveaux métiers émergent également tels que ceux de superviseur à distance de véhicules sans opérateur à bord et d'intervenant terrain en cas de problème.

L'évolution des compétences des conducteurs professionnels avec l'automatisation

Parmi les impacts les plus saillants de l'automatisation de la conduite, le plus évident est bien sûr la transformation, voire la disparition à terme, du métier de conducteur. Au-delà de la simple suppression de ces emplois, les opérateurs de transport cherchent à améliorer l'employabilité de leurs conducteurs et à faire évoluer leurs compétences en vue de s'adapter au développement des nouvelles technologies et des transformations du secteur.

Le projet européen FutureDRV, mené par un consortium de partenaires issus de six pays (Allemagne, Autriche, France, Hongrie, Royaume-Uni et Suède), s'est penché sur l'évolution des compétences des conducteurs professionnels en charge du transport de passagers ou de marchandises jusqu'en 2035 et au-delà. L'objectif était de déterminer les tâches réelles qu'un conducteur de bus ou de camion devrait accomplir au niveau 4 d'automatisation de la conduite.

Un profil a ainsi été défini qui distingue les « exigences d'admission » et les « exigences de cœur de métier »⁶⁵ attendues pour les conducteurs professionnels à l'avenir.

Les exigences d'admission représentent un niveau minimal de compétences pour assurer la sécurité des conducteurs accompagnant des véhicules automatisés. Elles doivent notamment permettre de remplir des tâches professionnelles transversales qui englobent les relations avec le client, la coopération avec les superviseurs, les collègues, les autorités et le public, la santé et la sécurité au travail, ainsi que l'enseignement et la formation professionnels continus.

Les exigences de cœur de métier sont quant à elles des compétences particulières en fonction des tâches réelles à accomplir par le conducteur, permettent de préciser des profils spécifiques à un type de fonction ou de service. Elles doivent permettre de réaliser un certain nombre de tâches professionnelles telles que la surveillance et la manœuvre du véhicule, la réalisation des tâches préalables au départ, le chargement et le déchargement, la sécurité des passagers, la planification des temps de conduite et des itinéraires, l'entretien du véhicule, les enregistrements de travail numérisés et automatisés, ainsi que des spécialisations.

En résumé, le profil FutureDRV met en lumière trois évolutions majeures de la profession de conducteur à l'ère de l'automatisation du transport de passagers et de marchandises :

- > **la réduction des tâches de conduite :** passant de la conduite du véhicule à la surveillance du système de conduite automatisé, le conducteur conserve une capacité d'intervention humaine en amont et en aval du fonctionnement du service ainsi qu'en cas de défaillance ;
- > **le développement des compétences digitales :** le conducteur du futur doit acquérir des compétences pour utiliser les outils informatisés et connectés, nécessitant une maîtrise approfondie des compétences digitales et une capacité analytique renforcée pour prendre des décisions éclairées basées sur les données fournies par les instruments de bord ;

⁶⁵ CIVA, Atelier 23, 26/10/2023.

- > **la contribution renforcée à l'expérience passager** : le conducteur du futur sera amené à collaborer davantage avec une diversité de partenaires et en particulier les voyageurs pour fournir des services et enrichir l'expérience du transport.

Des conducteurs de bus devenant opérateurs de navettes automatisées

Bien que l'automatisation de la conduite demande des compétences fortement spécialisées en matière d'ingénierie des systèmes complexes, de gestion de données ou de cybersécurité, elle nécessite aussi des compétences transverses et offre des opportunités d'évolution de carrière aux anciens conducteurs de bus. Ces derniers peuvent par exemple se voir confier des missions d'opérateur à bord des navettes automatisées consistant notamment à assurer l'accueil des passagers et la surveillance du fonctionnement du système de conduite automatisée.

Clémentine Barbier et Maxime Le Guern, respectivement Responsable Mobilité Autonome et chef de projet navettes autonomes au sein de Keolis, sont intervenus dans un atelier⁶⁷ pour présenter l'expérience de l'opérateur de transport public en matière de mobilité automatisée. La stratégie du Groupe est fondée sur quatre piliers : la sécurité (à bord et à l'extérieur), le service, l'acceptabilité sociale et les changements de compétences.

Keolis a déjà réalisé 55 déploiements de navettes automatisées dans 8 pays différents, ce qui représente plus de 218 000 passagers transportés et plus de 165 opérateurs formés au déploiement de véhicules automatisés. Le Groupe opère des navettes sur différents types de sites (site privé, centre-ville, campus, zone périurbaine etc.) et selon deux modes de fonctionnement : soit en mode métro avec un véhicule circulant sur un trajet défini, soit en mode transport à la demande.

Concernant l'évolution des compétences des conducteurs de bus, Clémentine Barbier a donné l'exemple d'une enquête de satisfaction



menée auprès des opérateurs à bord de trois navettes automatisées déployées à Saint-Quentin-en-Yvelines. Composant la ligne 490, elles ont desservi une zone d'activité industrielle pendant 14 mois à partir de fin mars 2021. Il s'agissait alors du premier service régulier de mobilité automatisée mis en place par Keolis après avoir gagné un appel d'offres d'Île-de-France Mobilités, avec un engagement sur la qualité de service (fréquence, vitesse, information voyageur) similaire aux lignes de bus traditionnelles⁶⁸.

Il est ressorti de l'enquête que les conducteurs volontaires devenus opérateurs de navettes étaient en très grande majorité satisfaits de participer à cette expérimentation, en ayant l'impression de prendre part au futur du réseau. Ils étaient aussi contents de cette opportunité offerte de diversifier leurs tâches de travail et de faire évoluer leur carrière, malgré le défi que représentait pour certains l'acquisition de nouvelles connaissances et compétences.

⁶⁶ FutureDRV Project, FutureDRV profile, FR, August 2019, p. 2 <https://www.project-futuredrv.eu/index.php?id=79&L=2>

⁶⁷ CIVA, Atelier 24, 24/11/2023.

⁶⁸ CIVA, Atelier 16, 09/05/2022.

En revanche, les opérateurs ont exprimé leur frustration concernant la vitesse et le fait d'avoir beaucoup de reprises à faire en mode manuel notamment pour le contournement d'obstacles. Ils ont également regretté les importants risques de chutes causés par les freinages brusques de la navette, qui ont parfois pu blesser légèrement certains d'entre eux.

L'émergence de nouveaux métiers d'intervenant à distance et sur le terrain

William Levassor, directeur général adjoint de beti, a également partagé l'expérience de l'opérateur de transport en matière de déploiement d'un service de navette automatisée. Il a expliqué que le rôle d'un opérateur de transport public n'est pas seulement de mettre à disposition des conducteurs. Il y a énormément de choses à organiser en amont et en aval du service proprement dit. C'est par exemple le cas de la maintenance et de la sécurité qui sont des aspects clés dans la gestion de n'importe quel système de transport.

Les véhicules automatisés nécessitent la mise en place de protocoles de maintenance avancés, non seulement sur les aspects mécaniques liés à l'électrification des navettes mais aussi sur les systèmes informatiques et les capteurs. La connectivité des véhicules automatisés et l'augmentation considérable du volume de données impliquent également l'apparition de nouvelles compétences et de nouveaux métiers. Il y a notamment un besoin accru de professionnels spécialisés dans la gestion, l'architecture et la sécurité des données.

Le développement de l'automatisation avec le retrait de l'opérateur à bord s'accompagne également de la création d'un nouveau métier de superviseur ou régulateur à distance chargé de surveiller et gérer les véhicules. Selon William Levassor, l'un des aspects qui va beaucoup changer pour les opérateurs de transport public

dans les dix prochaines années est ainsi le besoin de métiers pour spécifier les équipements liés à la sécurité et à la communication avec les utilisateurs.

À cet égard, l'arrêté du 2 août 2022 définit l'habilitation des opérateurs d'intervention à distance d'un véhicule automatisé. Cette catégorie désigne « tout personnel chargé, dans le cadre d'un système de transport routier automatisé, d'exécuter des missions d'intervention à distance, en application des procédures et modes opératoires du système. L'opérateur d'intervention à distance peut se situer en centre de supervision ou sur le terrain à proximité du véhicule concerné »⁶⁹.

L'arrêté détaille aussi les conditions d'aptitude des opérateurs et de leurs encadrants ainsi que les obligations de formation de l'employeur. Il précise en effet que les opérateurs doivent avoir reçu « une formation générale à l'activité d'intervention à distance adaptée au système technique considéré et une formation particulière adaptée aux spécificités de l'exploitation du système sur les parcours ou zones où il est déployé »⁷⁰.

En plus du superviseur à distance, le déploiement d'un service de mobilité automatisée sans opérateur à bord nécessite des agents de terrain ayant les compétences pour intervenir en cas d'incidents et de dysfonctionnements du système. Ils ont un rôle d'accompagnement et de coordination à jouer auprès des utilisateurs et des secours en cas d'événement imprévu (agression, incendie etc.). Ils doivent aussi et surtout posséder des connaissances particulières sur le fonctionnement des capteurs, des logiciels et des systèmes embarqués qui composent les véhicules.

⁶⁹ Article 2 de l'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. Disponible sur : <https://urlz.fr/p1tN>

⁷⁰ Article 6 de l'arrêté du 2 août 2022.



Les défis de l'exploitation d'un service de transport public sans opérateur à bord

L'exploitation d'un service de mobilité automatisée pose de nombreux enjeux aux opérateurs de transport public pour garantir la sécurité et la qualité de service. Ils s'appuient pour ce faire sur le développement d'outils de supervision et d'hypervision afin de surveiller et gérer à distance les flottes de véhicules depuis un centre de contrôle. L'expérimentation menée par Keolis au Centre National de Tir Sportif à Châteauroux offre un premier retour d'expérience sur la supervision de navettes automatisées sans opérateur à bord.

Les enjeux de l'exploitation d'un service de mobilité routière automatisée

William Levassor a insisté dans son intervention⁷¹ auprès de la Communauté sur le fait que l'on entre actuellement dans une nouvelle ère de la conduite automatisée, passant de la démonstration technologique des véhicules à l'exploitation d'un service de mobilité automatisée, ce qui ouvre de nouvelles perspectives et de nouveaux enjeux.

En effet, l'évolution des déploiements de navettes automatisées montre l'abandon des tests de quelques véhicules peu matures technologiquement sur un parcours fixe au profit de la mise en place de flottes sans opérateur à bord au niveau d'une zone. C'est par exemple ce qui est prévu pour le pilote de service Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée qui sera lancé en 2024 sur le territoire de Crest-Val de Drôme (voir encadré sur RIMA en introduction).

Dès lors, il y a besoin de travailler davantage en collaboration entre les différents acteurs impliqués dans l'exploitation d'un service de navette ou de bus automatisé : opérateurs de transport, fournisseurs de technologies, gestionnaires de voirie, autorités organisatrices, utilisateurs etc. D'après William, il est notamment important pour l'opérateur de transport d'identifier les risques qu'il prend, de savoir comment les atténuer et de répartir les responsabilités avec ses partenaires afin de répondre aux deux principaux engagements qu'il porte, à savoir : garantir la sécurité des passagers et la qualité de service.

La qualité de service dans le transport public passe notamment par différentes opérations pour gérer la disponibilité et la fréquence de passage des véhicules, entretenir le matériel, communiquer auprès des passagers, gérer les incidents, etc. Aujourd'hui, s'il se passe quelque chose dans un bus, le conducteur est capable d'intervenir. Or, **il faut totalement repenser ce modèle de gestion avec des navettes et des bus sans opérateur à bord.**

Pour ce faire, il est possible selon William de s'inspirer de l'exploitation des métros et tramways automatiques qui présentent de nombreuses similitudes avec les véhicules automatisés puisque ce sont des systèmes opérés. S'il n'y a pas de conducteur dans le véhicule, ce dernier est toutefois surveillé à distance en permanence. Ce contrôle doit être accompagné d'une communication adéquate afin d'informer et de rassurer les usagers à bord. A ce propos, William a souligné l'augmentation de l'acceptabilité des utilisateurs lorsqu'on leur explique qu'il y a un humain qui surveille le fonctionnement du système.

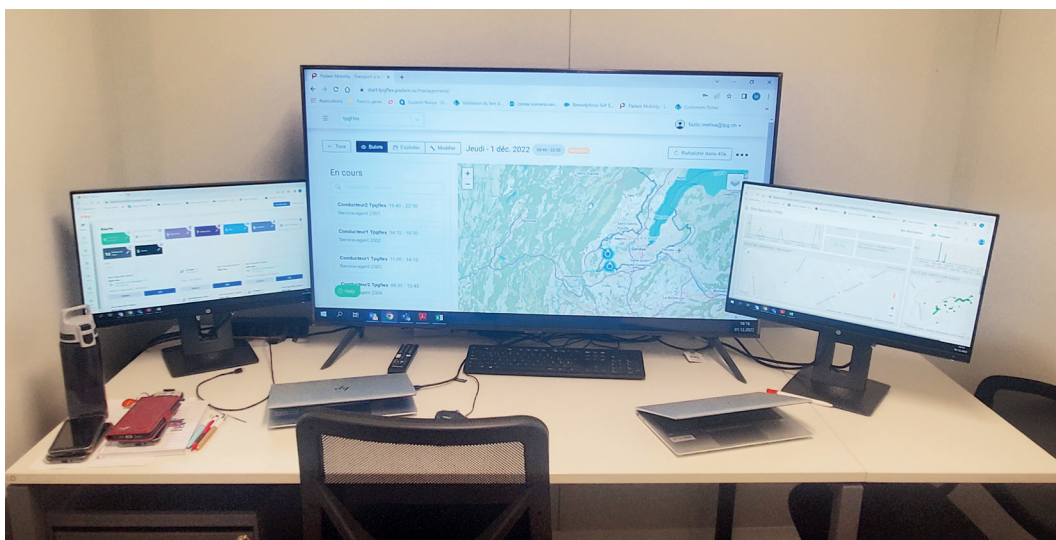


L'année 2023 marque la prise de conscience de la filière que le développement de la mobilité automatisée passera autant par la fiabilité technologique de la conduite automatisée que par notre capacité à l'exploiter via des approches comme l'Hypervision.

Benjamin Beudet,
Directeur général de beti



⁷¹ CIVA, Atelier 24, 24/11/2023.



Allant dans le même sens, Maxime Le Guern de Keolis a expliqué que **le retrait de l'opérateur à bord des navettes n'impacte pas seulement la gestion du service mais aussi l'expérience passager**. Il est donc central d'adapter le design du véhicule et des interfaces homme-machine aux besoins des utilisateurs, via par exemple la disposition des boutons et la diffusion de messages sonores et visuels pour faciliter leur expérience du service sans opérateur à bord.

Le rôle de la supervision et de l'hypervision dans la gestion des véhicules automatisés

Dans ce contexte d'automatisation avancée des véhicules (niveau 4), la supervision et l'hypervision jouent un rôle clé tant en termes de sécurité des usagers que de qualité de service. Elles reposent sur des systèmes embarqués qui surveillent l'état du véhicule et de son environnement, ainsi que d'un centre de contrôle qui coordonne les opérations de plusieurs véhicules à partir d'informations en temps réel.

D'un point de vue technique, la supervision renvoie à « l'ensemble des techniques informatiques qui permettent de donner des indications sur le fonctionnement normal

des systèmes et de détecter les anomalies avant qu'elles n'affectent les utilisateurs »⁷². L'hypervision, quant à elle, permet de rassembler les données de plusieurs superviseurs et permet une gestion plus globale des systèmes informatiques.

L'hypervision pour la mobilité automatisée peut se traduire par la gestion d'une flotte entière de véhicules sans opérateur à bord, l'optimisation des itinéraires en fonction des conditions de circulation, et la coordination avec d'autres systèmes comme la vidéoprotection pour renforcer la sécurité globale. Elle permet aussi de gérer des situations d'urgence avec des scénarios précalculés.

Une des questions posées par la supervision et l'hypervision concerne la capacité d'intervention depuis le centre de contrôle. William Levassor a souligné qu'il n'était pas favorable à l'intégration d'un volet de « conduite » à distance qui présente de sérieux risques en matière de cybersécurité. Il préfère ainsi l'utilisation de la notion « d'hypervision » pour se substituer à d'autres termes tels que supervision, télé-opération, etc., chacun renvoyant à des interprétations sur ce qui doit être fait ou non dans le centre de contrôle.

⁷² Conseil informatique, « Développement de l'activité d'une entreprise : quelle est la différence entre la supervision et l'hypervision ? », <https://urlz.fr/p1tn>



D'après l'équipe de beti qui travaille actuellement sur des niveaux d'hypervision, il s'agit de réfléchir plutôt à ce que l'opérateur de transport doit mettre en œuvre pour exploiter au quotidien un service de mobilité automatisée. Pour ce faire, il apparaît nécessaire de tenir compte des aspects à la fois techniques et humains autour de « quatre axes de gestion : le service, les événements, les passagers et les interventions sur la conduite »⁷³.

Sur le point de la conduite à distance, Damien Guerrero de Gama est intervenu lors de l'atelier ⁷⁴ pour exposer le point de vue du constructeur des navettes automatisées. Il s'agit de faire en sorte que le véhicule soit capable de gérer la totalité des événements de conduite sur un ligne ou une zone, principalement le contournement d'obstacles. Pour cela, il faut répondre à plusieurs enjeux tels que la couverture caméra qui est déjà conséquente, la diminution de la latence et le développement d'un set de cybersécurité très contraignant.

L'objectif n'est donc pas de fournir de la téléopération à distance mais de pouvoir prendre des décisions depuis le centre de contrôle. Concrètement, il s'agit de donner la capacité au superviseur de faire un « go opérateur » pour dire au véhicule ce qu'il peut faire en fonction de la situation, sans que le superviseur n'ait pour autant à conduire à distance.

⁷³ Voir beti, Mobilité automatisée, les cinq niveaux d'hypervision, <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7150750645036244992/>.

⁷⁴ CIVA, Atelier 24, 24/11/2023.

Retour d'expérience sur la supervision de navettes automatisées à Châteauroux

Clémentine Barbier est revenue lors de l'atelier sur l'expérimentation de navettes automatisées conduite au Centre National de Tir Sportif (CNTS) à Châteauroux dans le cadre du projet SAM (voir encadré). Ce site privé offre plus de 8 km de routes, ayant permis à Keolis de tester huit véhicules automatisés différents (niveaux 3 et 4).

Depuis l'été 2022, Keolis fait en effet rouler sur le site deux navettes sans opérateur à bord. Elles ont circulé lors de plusieurs compétitions de tir accueillant des athlètes valides et porteurs de handicaps (personnes à mobilité réduite, mal-voyantes, sourdes, etc.) venant du monde entier, ce qui a permis de tester le service auprès de différents publics.

Initialement basée à Paris, Keolis a fait le choix d'installer sa tour de contrôle pour l'hypervision à Châteauroux, bénéficiant ainsi des infrastructures du réseau de bus local Horizon et formant son personnel sur place. Maxime Leguern a précisé que cinq conducteurs volontaires ont été formés pour devenir opérateurs à bord des navettes automatisées.

Les conducteurs du Groupe sont aussi formés pour être régulateurs à distance, agents de terrain, agents de maintenance et managers de ces équipes. C'est un processus de montée en compétences qui prend du temps et demande de l'expertise pour prendre en compte l'ensemble des situations auxquelles le personnel va devoir faire face, comprendre le fonctionnement des véhicules et les raisons des potentiels dysfonctionnements.

Clémentine Barbier a exposé les différentes tâches d'un superviseur de véhicule automatisé : il attribue les missions, joue un rôle de régulation, de gestion des alertes, de communication auprès des passagers, de déploiement à distance des rampes PMR. Tous les superviseurs chez Keolis commencent par être opérateur terrain pour bien connaître le véhicule et l'environnement (les zones de carrefour, les limites de vitesse, les zones dangereuses).

C'est un aspect vraiment important parce qu'ils se rendent alors compte que cette connaissance pratique est indispensable malgré la vision à 360° obtenue grâce aux caméras. **Le superviseur est également épaulé par un intervenant terrain en cas de problème.** En conséquence, il faut aujourd'hui au moins deux personnes pour exploiter un service de navette automatisée sans opérateur à bord.

Un débat récurrent à propos du superviseur est celui du nombre de véhicules à surveiller et gérer à distance. Un équilibre doit être trouvé afin que la taille de la flotte ne compromette ni l'efficacité, ni la réactivité du superviseur, tout en restant suffisamment grande pour garantir un modèle économique intéressant. Du côté de Keolis, le bon ratio de véhicules à gérer par superviseur n'a pas encore été déterminé.

Cela dépend beaucoup de la technologie qui est en perpétuelle évolution, en particulier de l'autonomie du véhicule et de sa capacité à gérer des cas compliqués. Par conséquent, **moins il y aura d'opérations à faire sur un véhicule, plus les superviseurs auront la possibilité d'en gérer davantage à la fois.** Un ordre de grandeur de 4 à 5 véhicules par superviseur est envisageable sur des sites qui ne sont pas trop contraints.

LE PROJET SAM

Lancé en 2019 et clôturé en 2023⁷⁶, le projet Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome (SAM), coordonné par la Plateforme automobile, a réuni différents partenaires industriels et académiques avec pour objectif de répondre à **deux grands enjeux** :

- > accroître les usages et la compréhension des systèmes de mobilité automatisée par les citoyens et les acteurs territoriaux ;
- > contribuer à la construction du cadre de régulation, notamment sur les questions de validation de la sécurité.

Le projet ciblait **trois domaines d'application** : la mobilité individuelle, la mobilité partagée ou collective et la logistique, et six catégories de cas d'usage : conduite automatisée, valet de parking, VTC, nouveaux services de mobilité collective ou partagée, transport public et livraison du dernier kilomètre.

Treize expérimentations ont été lancées⁷⁷ sur 11 territoires français ayant exprimé un besoin de compléter leur service de mobilité. Ces expérimentations se sont déroulées pendant quatre ans, faisant circuler près de 50 véhicules automatisés couvrant une distance de 135 000 km et impliquant 2 000 usagers. Elles ont permis de tester de nombreux services, tels qu'un service de valet de parking, du transport à la demande, des services de ligne de bus, la desserte d'une gare en milieu rural, un rabattement entre un

établissement médical et son parking, ou encore un service de livraison.

Le projet SAM a permis d'évaluer divers enjeux⁷⁸, notamment concernant la sécurité, l'acceptabilité, le comportement des usagers et non-usagers, l'impact sur le trafic, la performance du service et les impacts environnementaux, économiques et sociétaux.

En particulier, les chercheurs du projet ont évalué l'acceptabilité d'un service de navette automatisée avec opérateur à bord auprès de participants présentant une déficience motrice ou des problèmes de santé impactant la marche. Les résultats ont montré une appréciation positive du service et du niveau d'accessibilité de la navette par rapport à d'autres transports en commun. Cependant, des recommandations ont été émises pour améliorer l'organisation du service, l'aménagement des quais, l'aménagement de la navette et la communication pour renforcer l'acceptabilité.

Par ailleurs, les chercheurs se sont également intéressés à l'acceptabilité du service de mobilité automatisée, avant et après déploiement. Les résultats de l'étude, réalisée auprès de 2 400 répondants à un questionnaire sur 10 terrains d'expérimentation différents, ont montré une bonne acceptabilité, à la fois des utilisateurs et des autres usagers de la route. Les chercheurs ont d'ailleurs mis en exergue l'augmentation de ce niveau d'acceptabilité après le déploiement

⁷⁵ <https://www.sam-evra.fr>

⁷⁶ <https://pfa-auto.fr/2023/11/29/communique-vehicule-autonome-cloture-du-programme-dexperimentation-sam-et-lancement-des-premiers-services-pilotes/>

⁷⁷ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/9918029_Développement-VA_Vdef2.pdf

⁷⁸ <https://www.sam-evra.fr/domaines-devaluation>

du service de mobilité automatisée et soulignent l'importance de la communication en amont des déploiements.

Enfin, les chercheurs ont porté leur attention sur l'analyse des impacts économiques et sociaux en se référant à deux scénarios. Le premier scénario repose sur l'expérimentation de Paris-Saclay : il s'agit d'un service de navettes automatisées qui fonctionne en ligne régulière en journée et à la demande en soirée, composé d'une flotte de 15 navettes sur un tracé de 30 km, avec une vitesse commerciale de 20 km/h et une tarification intégrée à l'abonnement lié aux transports en commun. Les résultats ont mis en lumière l'attractivité du service au niveau local, les bénéfices obtenus pour les usagers, la réduction des impacts environnementaux avec le report modal. Il en résulte ainsi un bénéfice socio-économique d'environ 3M€/an.

Le second scénario repose sur l'expérimentation de Dourdan – Massy : il s'agit d'un service de véhicules légers qui fonctionne de porte-à-porte et en service partagé, composé d'une flotte de 2 500 véhicules. La tarification est soit intégrée à l'abonnement lié aux transports en communs, soit kilométrique (0,3€ à 0,9€). Ce scénario met en évidence plusieurs résultats. D'abord, les usagers sont plus nombreux dans le cas d'une tarification intégrée que dans le cas d'une tarification kilométrique. Ensuite, le bilan socio-économique varie considérablement en fonction des coûts d'infrastructure, étant positif

dans le cas d'une tarification suffisamment élevée et / ou de coûts d'infrastructures faibles. Enfin, les services de navettes peuvent améliorer l'offre de transport en commun existante en proposant davantage de flexibilité pour les utilisateurs, en démontrant également des bénéfices environnementaux liés au report modal. Cependant, l'évaluation économique de ces services demeure plus incertaine, étant étroitement liée aux coûts d'infrastructures. En se fondant sur ces résultats, les chercheurs ont alors proposé de déployer les services au niveau d'axes de transport présentant suffisamment de demande et de poursuivre les recherches sur les coûts d'infrastructures en lien avec les options technologiques.



LES POINTS À RETENIR :

- 1** La stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée, nouvellement actualisée pour 2023-2025, a pour priorité d'accompagner les collectivités locales intéressées dans le déploiement de la mobilité automatisée. La cible ambitieuse fixée par le Gouvernement est d'atteindre 100 à 500 services de transports automatisés de voyageurs, sans opérateur à bord, en 2030.
- 2** Les collectivités territoriales impliquées jusqu'à présent dans des expérimentations de véhicules automatisés en France ne jouent pas un rôle actif. Or, l'adhésion et la confiance des élus sont indispensables pour envisager le passage à l'échelle. Il existe ainsi quatre verrous (technologique, politique, opérationnel et financier) majeurs à lever pour faciliter l'adoption de services de mobilité automatisée par les collectivités locales.
- 3** L'Union européenne vise également le déploiement à grande échelle de services de mobilité connectée, coopérative et automatisée à l'horizon 2030. Les grands programmes européens d'expérimentations tels qu'AVENUE, SHOW et ULTIMO permettent de tirer des enseignements concernant les limites actuelles des navettes automatisées (vitesse limitée, freinages brusques, etc.), l'adaptation nécessaire de l'infrastructure physique et numérique, ainsi que le manque de partage et de standardisation des données.
- 4** De leur côté, les grands opérateurs de robots-taxis à la demande aux États-Unis (Waymo, Cruise) et en Chine (Apollo Go, AutoX, Pony.ai, WeRide etc.) accélèrent ces dernières années les déploiements de services commerciaux. L'accident impliquant un robot-taxi de Cruise à San Francisco en octobre 2023 a toutefois marqué un brutal coup d'arrêt aux activités de l'entreprise aux États-Unis. À l'inverse, les déploiements des robots-taxis s'intensifient en Chine dans plusieurs grandes villes où les opérateurs locaux bénéficient d'une réglementation favorable et du soutien des pouvoirs publics.
- 5** Le développement de la conduite automatisée bouleverse l'organisation du travail dans le secteur des transports. Les opérateurs cherchent à faire évoluer les compétences de leurs équipes en offrant par exemple la possibilité aux conducteurs de bus de devenir opérateurs de navettes automatisées. De nouveaux métiers émergent également comme ceux de superviseur à distance et d'intervenant terrain afin de surveiller et de gérer des flottes de véhicules automatisés sans opérateur à bord.
- 6** Le passage de l'expérimentation à l'exploitation d'un service de mobilité automatisée pose enfin de nombreux défis aux opérateurs de transport public. Les expérimentations de navettes automatisées à Sophia Antipolis et Cœur de Brenne dans le cadre du projet ENA, ainsi qu'à Châteauroux et dans le Val de Drôme, permettent de tirer des enseignements utiles pour améliorer la sécurité, l'acceptabilité et la qualité de service.

CHAPITRE 2

UN INDEX DE MATURITÉ DES TERRITOIRES POUR LE DÉPLOIEMENT DE LA MOBILITÉ ROUTIÈRE AUTOMATISÉE

Ce deuxième chapitre présente un projet d'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée. Un index de maturité est un instrument permettant d'évaluer la capacité d'un individu, d'une organisation ou d'une institution à adopter une nouvelle technologie. Cet index vise à permettre aux intercommunalités, en particulier celles souhaitant engager un projet en la matière, d'auto-évaluer a priori leur niveau de motivation et préparation pour mettre en place un système de transport routier automatisé sur leur territoire.

Alors que les index de maturité pour les véhicules automatisés se focalisent généralement sur les États et les villes, la Communauté a souhaité innover en proposant un index adapté aux territoires en France, et plus précisément aux intercommunalités. Celui-ci a pour but de les accompagner dans leur appréhension et leur prise de décision sur la mobilité automatisée. Dans ce but, la construction de cet index s'est basée sur le choix d'indicateurs simples (géographique, technique, économique, social, politique, administratif, juridique, etc.).

Le chapitre présente en premier lieu un état de l'art des travaux réalisés sur les index de maturité technologique et de ceux consacrés à la conduite automatisée qui ont été produits ces dernières années (partie 1). Il explique en deuxième lieu les modalités de sa co-construction avec les entreprises membres et les parties prenantes de l'écosystème et sa présentation lors du Salon des Maires et des Collectivités Locales en novembre 2023 (partie 2). Il souligne en troisième et dernier lieu les premiers résultats de l'index (partie 3) obtenus à partir des réponses récoltées auprès d'un échantillon d'une soixantaine de répondants d'intercommunalités. Ils donnent un aperçu préliminaire de la maturité des territoires français pour le déploiement de la mobilité automatisée.



p. 88

PARTIE 1

ÉTAT DE L'ART
SUR LES INDEX DE MATURITÉ

p. 96

PARTIE 2

UN INDEX DE MATURITÉ
DES TERRITOIRES, POUR QUOI FAIRE ?

p. 106

PARTIE 3

DES PREMIERS RÉSULTATS
SUR LA MATURITÉ DES TERRITOIRES
À LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE

◆ ÉTAT DE L'ART SUR LES INDEX DE MATURITÉ

De l'évaluation de la maturité technologique à l'analyse des aspects humains et sociaux

L'essor des innovations technologiques a conduit les acteurs industriels à développer différents outils afin d'évaluer le niveau de maturité de leurs solutions et leurs capacités d'adaptation au marché. L'indicateur le plus connu est le niveau de maturité technologique (TRL – *Technological Readiness Level*). Les problématiques de diffusion, de réception et d'impact des innovations ont néanmoins conduit à un élargissement progressif de l'outil afin de tenir compte des aspects humains, sociaux et institutionnels à considérer pour évaluer la maturité à adopter une nouvelle technologie.

Le TRL, une approche centrée sur la technologie

Les réflexions sur le niveau de maturité d'une technologie et sur la capacité de cette dernière à s'intégrer dans un écosystème complexe ont initialement vu le jour dans le cadre du développement du programme spatial américain. Au milieu des années 1970, **la NASA a développé une méthodologie visant à quantifier le niveau de maturité d'une nouvelle technologie**. Cette échelle du niveau de maturité technologique (TRL - Technological Readiness Levels) reposait sur l'identification de 9 niveaux¹:

- 1 principes de base observés et rapportés ;
- 2 concepts ou applications de la technologie formulés ;
- 3 fonction critique analysée et expérimentée ou preuve caractéristique du concept ;
- 4 validation en laboratoire du composant ou de l'artefact produit ;
- 5 validation dans un environnement significatif du composant ou de l'artefact produit ;
- 6 démonstration du modèle système / sous-système ou du prototype dans un environnement significatif ;
- 7 démonstration du système prototype en environnement opérationnel ;
- 8 système réel complet qualifié à travers des tests et des démonstrations ;
- 9 système réel prouvé à travers des opérations / missions réussies.

¹ MANKINS, John C., 06/04/1995, *Technology Readiness Levels - A White Paper*, NASA.

L'objectif de cette échelle consistait à favoriser l'évaluation du niveau de maturité d'un produit ou d'un système et de le comparer avec d'autres équivalents. Cette tentative d'objectivation du niveau de maturité d'une technologie devait faciliter le travail de planification et de suivi des programmes spatiaux mis en place par la NASA.

Il s'agissait également de favoriser la coopération entre les différents acteurs impliqués, notamment les ingénieurs mais aussi les régulateurs ou encore les acteurs politiques. Cette grille permettait ainsi de doter chaque acteur d'un référentiel commun utile pour faciliter leur coopération et l'alignement de leurs actions en fonction des objectifs poursuivis dans le cadre des programmes.

L'intérêt de cette grille de lecture est de proposer une vision complète du développement d'une nouvelle technologie, en partant de l'idée initiale et en allant jusqu'à sa commercialisation ou à son intégration dans un produit ou un système fini. Elle permet trois avancées principales pour :

- > **évaluer une technologie et son niveau de maturité**, notamment pour ce qui est du niveau de risque qui y est associé ou de sa fiabilité ;
- > **faciliter la coopération entre des acteurs** qui ne disposent pas tous d'une connaissance fine de la technologie et de ses enjeux ;
- > **favoriser la planification des problèmes et coordonner les actions** des différents acteurs pour promouvoir le développement d'un système cohérent et fonctionnel.

Les limites de cette approche concernent néanmoins sa focalisation unique sur la technologie. Elle repose de plus sur une vision linéaire du développement d'une innovation technologique qui est loin de correspondre à la réalité.



Élargir les variables de la maturité au-delà de la technologie

Au-delà de cette approche technologique, les index utilisés dans le domaine de la recherche et développement (R&D) se sont progressivement ouverts à l'intégration des problématiques humaines et sociales des innovations. Cette volonté de se doter d'une appréhension plus large des sujets technologiques s'est traduite par l'émergence d'une multitude de concepts visant à réintroduire la problématique de l'innovation technologique dans le cadre de son marché ou de son écosystème d'acteurs.

Parmi ces concepts, il est possible d'identifier les évolutions suivantes qui mettent l'accent sur les niveaux de maturité :

- > **d'intégration** (IRL – *Integration Readiness Levels* ; SysRL – *System Readiness Levels*) qui interrogent la compatibilité d'un composant avant son intégration dans un réseau de systèmes²;
- > **humaine** (HRL – *Human Readiness Levels* ; TRI – *Technology Readiness Index* ; HIRL – *Human Integration Readiness Levels* ; HCL – *Human Capability Levels* ; HFRL – *Human Factors Readiness Levels*) qui visent à mesurer la capacité d'un individu à se saisir d'une innovation technologique donnée. Ces approches permettent de prolonger et de diversifier des approches plus classiques et plus linéaires articulées autour de la problématique de l'acceptabilité, de l'acceptation puis de l'appropriation et de la diffusion des nouvelles technologies³;

- > **du marché** (DRL – *Demand Readiness Levels* ; MRL – *Market Readiness Levels*) qui analysent la capacité du marché à se saisir d'une innovation technologique donnée⁴;
- > **institutionnelle ou sociétale** (IR – *Institutional Readiness* ; SR – *Societal Readiness*) qui questionnent la réceptivité des innovations au sein de leurs écosystèmes de parties prenantes et donc leur apport à la société⁵.

La multiplication de ces index souligne l'intérêt pour le développement d'outils qui permettent de quantifier le niveau de maturité des technologies et celui des acteurs, individuels et collectifs, qui seront amenés à les utiliser.

Ces outils font écho à la problématique de la diffusion des innovations auprès des usagers mais aussi des acteurs clés qui seront chargés de soutenir leur développement. Si les échelles de maturité technologiques (TRL) visaient à faciliter la planification et la coordination entre les acteurs des grands programmes de R&D, l'élargissement de la perspective sert un but similaire.

Il s'agit pour les acteurs publics et privés de se doter d'outils qui permettent de faciliter la coordination entre les différentes parties prenantes de ces projets en tenant compte de leurs attentes spécifiques, notamment en matière d'impacts économique, social, sociétal et environnemental. Les enjeux autour de la mobilité automatisée ont également contribué à accélérer les réflexions autour de l'utilité et du contenu de ces index de maturité.

² SAUSER, B., VERMA, D., RAMIREZ-MARQUEZ, J., & GOVE, R., 2006, « From TRL to SRL: The concept of systems readiness levels », *Proceedings of the conference on systems engineering research*, CSER.

³ MILLER, M., THOMAS, S., & RUSNOCK, C., 2016, « Extending system readiness levels to assess and communicate human readiness », *Systems Engineering*, 19(2), 146-157; GIUDICE, K. D., HALE, K., & JOHNSTON, M., 2015, « Development of a scale for quantifying a system's human factors readiness », *Procedia Manufacturing*, 3, 5192-5198; PHILLIPS, E. L., 2010, *The development and initial evaluation of the human readiness level framework*, PhD thesis, Naval Postgraduate School, Monterey CA; TOMASCHEK, K., OLECHOWSKI, A., EPPINGER, S., & JOGLEKAR, N., 2016, « A survey of technology readiness level users », *INCOSE International Symposium*, <https://urlz.fr/p6qt>; PARASURAMAN, A., 2000, « Technological Readiness Index (TRI) a multiple-item scale to measure readiness to embrace new technologies », *Journal of Service Research*, 2(4), 307-320.

⁴ PAUN, F., 2012, « The demand readiness level scale as new proposed tool to hybridise market pull with technology push approaches in technology transfer practices », *International Studies in Entrepreneurship*. In: AUDRETSCH, D. B., LEHMANN, E. E., LINK, A. N., & A. STARNECKER, A. (eds.), *Technology Transfer in a Global Economy*, vol. 28, Springer, Boston, MA, 353-366.

⁵ BERNSTEIN, M. et al., 2022, « The Societal Readiness Thinking Tool: A Practical Resource for Maturing the Societal Readiness of Research Projects », *Science and Engineering Ethics*, vol. 28, n°6, <https://urlz.fr/p6qy>; WEBSTER, A., GARDNER, J., 2019, « Aligning technology and institutional readiness: the adoption of innovation », *Technology Analysis & Strategic Management*, 31:10, 1229-1241, doi: 10.1080/09537325.2019.1601694.



Les index de maturité sur la conduite automatisée

Le développement de la conduite automatisée a suscité à partir du milieu des années 2010 des réflexions similaires sur l'évaluation de la maturité des acteurs et des institutions face à ce qui était considéré à l'époque comme une révolution imminente de la mobilité. Cela s'est traduit par une accélération des réflexions autour des index de maturité et de leur utilité. Les modèles développés pour cette technologie se sont même imposés comme des références pour le reste du secteur des nouvelles technologies⁶.

Trois types d'index de maturité ont ainsi été développés pour appréhender l'adoption des véhicules hautement automatisés (niveaux 4/5) à l'échelle : des États, des villes, et des territoires ruraux.

Un index de maturité des États, l'exemple de KPMG

L'évaluation du niveau de préparation d'un pays ou d'un État au développement de la mobilité automatisée a donné lieu à plusieurs travaux, certains privilégiant une approche quantitative⁷ quand d'autres ont choisi des approches qualitatives pour évaluer ce niveau⁸. L'étude qui a structuré les représentations a été conduite par KPMG. Le cabinet de conseil américain a mis

en place le premier index de maturité relatif aux véhicules autonomes en 2018⁹. Il s'inscrivait dans le cadre de la phase d'intérêt maximal du cycle du *Hype* (engouement) sur ce sujet.

La création de cet index de maturité reposait sur le postulat que le véhicule autonome constituait une révolution en marche qui allait bouleverser à moyen terme l'ensemble du secteur de la mobilité. Il mettait en exergue l'importance pour les pays de se préparer à cette nouvelle disruption. Pour ce faire, le rapport proposait de fixer une **série d'indicateurs destinés à évaluer le niveau de préparation des différents États** de la planète et leur permettre d'orienter leurs politiques publiques afin de planifier l'émergence de la mobilité automatisée. Il a d'ailleurs été utilisé à une échelle nationale, en Grèce, pour évaluer plus spécifiquement l'action du gouvernement sur ce sujet¹⁰.

Les auteurs de l'index insistaient sur leur volonté de favoriser un apprentissage mutuel entre les différents pays évalués afin de promouvoir *in fine* le développement de la technologie de conduite automatisée. La construction de cet index de maturité reposait en 2018 sur une liste de 26 variables (présentées en annexe) regroupées en 4 grands piliers :

⁶ IOSIF, E., CHRISTODOULOU, K., VLACHOS, A., 2022, « Computation of Blockchain Readiness Under Partial Information », In: THEMISTOCLEOUS, M., PAPADAKI, M. (eds), *Information Systems. EMCIS 2021, Lecture Notes in Business Information Processing*, vol. 437, Springer, Cham. <https://urlz.fr/p6qz>

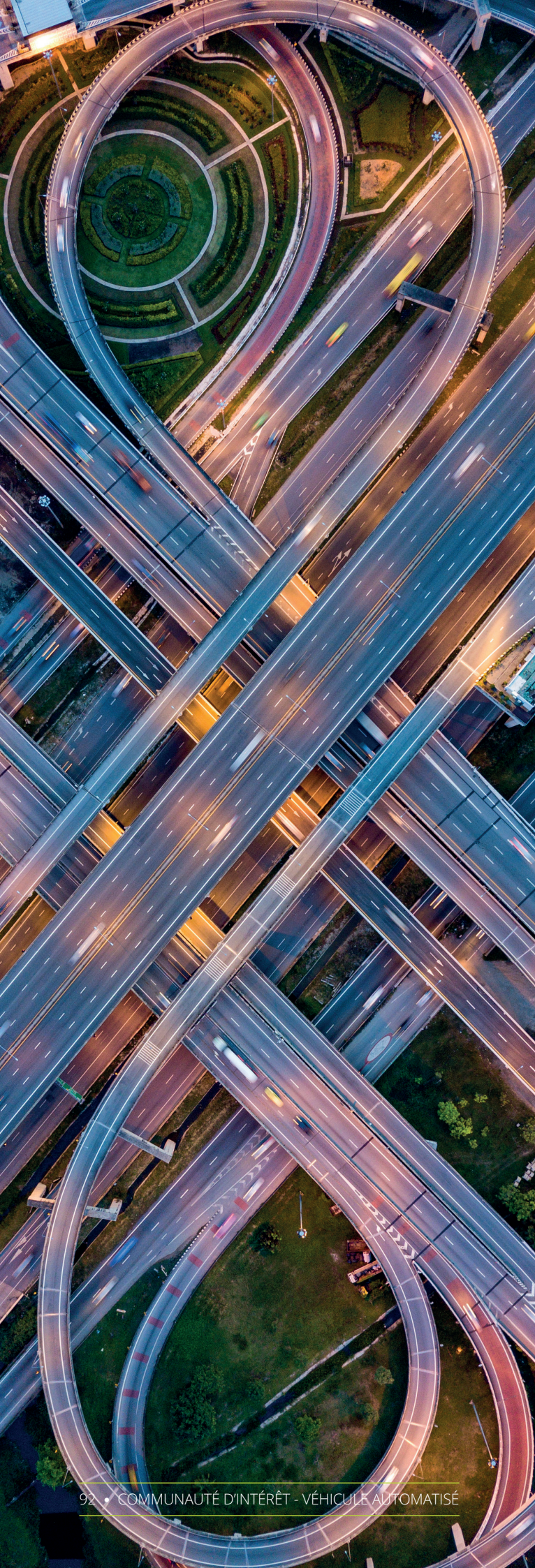
⁷ KIMLEY-HORN, November 2016, *North Carolina readiness for connected and autonomous vehicles (CAV)*, Final Report, Kimley-Horn, <https://urlz.fr/p6qE>

⁸ BARNES, P., TURKEL, E., MORELAND, L., PRAGG, S., 2017, « Autonomous Vehicles in Delaware: Analyzing the Impact

and Readiness for the First State », Institute for Public Administration, School of Public Policy and Administration, University of Delaware.

⁹ KPMG, 2018, *Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles*, <https://urlz.fr/p6pw>

¹⁰ MYLONAS, C., CHALKIADAKIS, C., DOLIANITIS, A., TZANIS, D., MITSAKIS, E., 2020, « Assessing the Readiness of Greece for Autonomous Vehicle Technologies », arXiv preprint arXiv: 2010.07297.



- 1 le cadre politique et réglementaire**, afin de rendre compte des politiques publiques mises en place pour promouvoir le développement de cette nouvelle technologie ;
- 2 l'état de la technologie et de l'innovation**, qui précisait l'effort de recherche et de développement produit dans les différents pays autour de cette technologie ;
- 3 les infrastructures en place**, susceptibles de contribuer au développement de la mobilité automatisée, par exemple les infrastructures de recharge électrique ou encore la couverture 4G à l'échelle du pays ;
- 4 l'acceptabilité des consommateurs** pour ces nouvelles technologies dans les pays évalués.

L'index était néanmoins basé sur un parti pris fort en matière de véhicules autonomes, celui de la domination des robots-taxis. Le choix d'utiliser la part de marché d'Uber comme critère d'évaluation des pays en offrait ainsi un exemple révélateur. Il s'agissait également pour KPMG de favoriser la convergence entre ses différents programmes, en intégrant les résultats d'autres index de maturité produits par l'entreprise comme celui relatif à la maturité des pays face au changement climatique et la neutralité carbone.

KPMG a actualisé son index de maturité des pays pour les véhicules autonomes en 2019¹¹ puis en 2020¹² grâce à l'ajout ou l'actualisation de certaines variables, mais aucune nouvelle version n'a été produite depuis cette date. Cette absence de suivi témoigne de la phase de désillusions qui a marqué le secteur de la mobilité automatisée à partir du début des années 2020.

¹¹ KPMG, 2019, « 2019 Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' preparedness for autonomous vehicles », KPMG International, <https://urlz.fr/p6qM>

¹² KPMG, 2020, « 2020 Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing the preparedness of 30 countries and jurisdictions in the race for autonomous vehicles », KPMG International, <https://urlz.fr/p6qP>

Des index de maturité pour les villes

La mobilité automatisée a été principalement pensée pour être déployée en zone urbaine, dans un prolongement des réflexions plus génériques ayant trait à la ville intelligente (*smart city*). **Des index de maturité spécifiques aux villes¹³ ont ainsi vu le jour.** Ces travaux visaient à accompagner le travail de planification urbaine des métropoles et des grandes agglomérations pour faciliter le déploiement des véhicules autonomes.

Afin d'établir une **grille pour évaluer la préparation des 52 plus grandes villes des États-Unis**, les auteurs de l'un de ces index¹⁴ ont mobilisé trois grandes catégories, ensuite divisées en 16 variables (voir le détail en annexe), à savoir :

- 1 les politiques et les réglementations** mises en place au niveau des municipalités, par exemple l'adoption de règles de circulation favorisant les véhicules autonomes ;
- 2 la qualité des infrastructures physiques** existantes, notamment en matière de marquages au sol, panneaux de signalisation et bornes de recharge électrique ;
- 3 la qualité des infrastructures numériques**, notamment pour ce qui est de la disponibilité et de la sécurité de la connectivité à Internet, des unités de bord de route et des *data centers*.

Ces travaux sur la maturité des villes ont toutefois suscité un certain nombre de critiques. **Il leur a été reproché de se concentrer uniquement sur les aspects techniques et de négliger les aspects sociaux et politiques inhérents au déploiement de la mobilité automatisée**, selon une trajectoire

similaire à celle observée pour l'ensemble des index de maturité technologique mis en place.

Certains auteurs ont ainsi proposé de **compléter cette première approche par l'intégration du point de vue des différentes parties prenantes de la mobilité automatisée¹⁵**. Ils ont identifié et sollicité six groupes de parties prenantes dont des experts du transport, des professionnels de services de transports, des étudiants sur la mobilité, des automobilistes, des usagers des transports publics et des cyclistes ou des piétons.

Ces différents groupes devaient évaluer le niveau de maturité de leur ville face au développement de la mobilité automatisée en répondant à une liste hiérarchique de critères portant sur les trois domaines suivants :

- 1** le niveau de préparation des infrastructures ;
- 2** les politiques et les réglementations en place ;
- 3** l'acceptabilité des citoyens.

Cette approche s'est traduite par un enrichissement du contenu évalué en prenant en compte le poids accordé à chaque dimension, par exemple en matière d'impact social et environnemental des véhicules autonomes, par les différentes parties prenantes. Elle a permis de se doter d'une approche plus englobante et surtout plus subjective de la maturité des villes face au développement de cette nouvelle technologie.



¹³ ASH, Avery, PISHUE, Bob, WEISER, Benjamin, 2017, *Highly Autonomous Vehicle City Evaluation*, INRIX, <https://urlz.fr/p6qR>

¹⁴ KHAN, Junaïd 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, 8 pages, <https://urlz.fr/p6qV>

¹⁵ 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, <https://urlz.fr/p6qX>



Un index de maturité pour les territoires ruraux en Angleterre

L'intérêt de la mobilité automatisée pour les zones rurales et périurbaines n'a été considéré que tardivement par les acteurs du domaine, aussi bien en France que dans le reste du monde. Aussi, la plupart des travaux sur la maturité à l'égard de la conduite automatisée ont d'abord été menés à l'échelle des grandes villes ou des États.

Des chercheurs de l'université de Nottingham au Royaume-Uni ont toutefois publié en 2022 un article proposant de se concentrer sur l'utilisation des véhicules électriques, automatisés et connectés (*Connected, Automated and Electric Vehicles – CAEV*) dans les territoires ruraux. Ils ont créé un index spécifique pour mesurer les besoins et les capacités de ces derniers à développer des systèmes de transport avec des véhicules électriques automatisés et connectés (*CAEV Rural Transport Index – CARTI*)¹⁶. À l'instar de l'objectif des autres

index, les auteurs soulignent que cet outil doit in fine permettre d'accompagner le processus de décision et de planification des autorités locales dans le déploiement de systèmes de transport par des véhicules électriques, automatisés et connectés.

Pour construire leur index, Walters et ses collègues se sont inspirés des index existants, dont celui de préparation des pays aux véhicules autonomes produit par KPMG, pour en proposer une déclinaison adaptée aux territoires ruraux en Angleterre. Ils ont d'abord identifié des indicateurs pertinents par rapport aux deux grands domaines de l'index que sont, d'une part, les besoins et, d'autre part, les capacités des territoires. Ils ont ensuite regroupé ces nombreux indicateurs par grands domaines, et les ont finalement évalués selon leur qualité en matière de disponibilité des données, de mesurabilité, de fiabilité, de compréhension et de performance par rapport aux objectifs poursuivis.



L'autoévaluation n'empêche pas le diagnostic. Elle en est une étape indispensable mais sans pour autant être exclusive. Elle permet de penser l'accompagnement dès le début ainsi que le risque perçu lié au déploiement du service. Mais pour la mettre en place, comme d'ailleurs pour l'ensemble de la démarche diagnostique, il faut que les chercheurs en sciences humaines et sociales accompagnent les techniciens et les ingénieurs dans l'action, tout comme ils doivent pouvoir soulever ces questions essentielles lors de colloques ou de présentations.

Gérard Hernja,
Chargé de recherche pédagogique à l'École de Conduite Française,
Conseil d'orientation 7, 7 février 2024



¹⁶ WALTERS, Joseph George, MARSH, Stuart, RODRIGUES, Lucelia, Septembre 2022, "A Rural Transport Implementation Index for Connected, Autonomous and Electric Vehicles", *Future Transportation*, 2, 753-773.

Ce processus de sélection a conduit les chercheurs à choisir six indicateurs, trois pour chacun des deux grands domaines (besoins et capacités des territoires ruraux) de l'index. Pour ce qui est des besoins, trois indicateurs ont été retenus :

- > les émissions de gaz à effet de serre et de polluants en tonnes d'émissions de CO2 par an ;
- > les dépenses de transports par personne en pourcentage par rapport aux dépenses totales par semaine ;
- > l'accès aux transports publics basé sur la distance à pied par rapport au premier arrêt.

Pour ce qui est de la capacité de ces territoires à accueillir des véhicules électriques, automatisés et connectés, trois indicateurs principaux ont été choisis :

- > la part de marché des véhicules électriques en pourcentage sur le total des véhicules immatriculés ;

- > l'investissement local par habitant dans les transports et les infrastructures liées ;
- > la couverture Internet, à savoir le pourcentage de routes disposant d'une couverture 4G.

Les chercheurs ont appliqué leur modèle de maturité au **niveau des autorités locales situées en zone rurale (districts et comtés) en Angleterre, l'équivalent des intercommunalités en France**. Pour ce faire, ils ont d'abord converti la valeur de chaque indicateur en un score compris entre 0 et 100 puis ils les ont regroupés pour mesurer chacun des deux grands domaines, les besoins des territoires ruraux d'une part et leurs capacités à accueillir des véhicules automatisés d'autre part. **Ils ont finalement calculé le potentiel global, toujours sur 100, de chaque collectivité à soutenir le déploiement de véhicules automatisés sur son territoire**. La projection des résultats au niveau des différentes autorités locales rurales en Angleterre est la suivante :

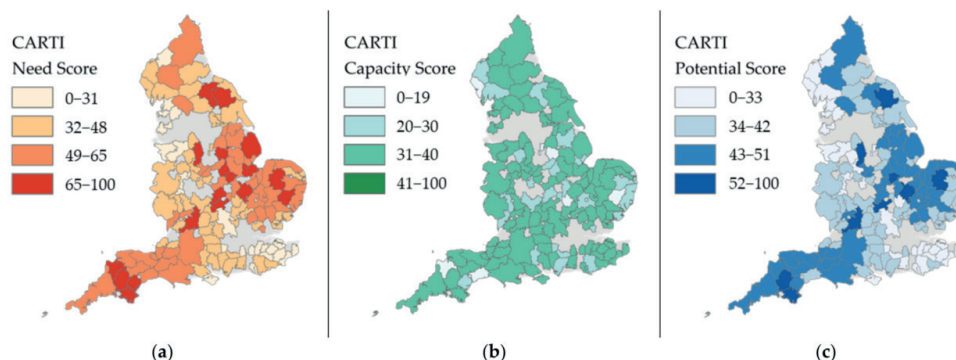


Figure 2. CARTI results. (a) Need Score, (b) Capacity Score, (c) Potential Score.

Source : Walters et al., 2022, p. 766.

Finalement, l'intérêt de cette approche est de proposer une démarche simple pour évaluer le niveau de maturité d'un territoire rural donné pour le déploiement de véhicules automatisés.

En revanche, il ne permet pas d'entrer dans la complexité administrative de l'organisation territoriale anglaise du fait même de ce choix de la simplicité.

UN INDEX DE MATURITÉ DES TERRITOIRES, POUR QUOI FAIRE ?

La Communauté d'intérêt a proposé de construire un index pour évaluer la maturité des territoires en France à déployer des systèmes de transport automatisés partagés ou collectifs tels que des navettes et des bus sans conducteur. Cet outil est une contribution à l'objectif de la stratégie nationale de renforcer l'accompagnement des collectivités locales.

L'index a été co-construit avec les entreprises de la Communauté d'intérêt, les parties prenantes de l'écosystème France Véhicules Autonomes, ainsi que les représentants de

l'État (DGITM), des collectivités locales et des intercommunalités. Il a ensuite été présenté lors du Salon des Maires et des Collectivités Locales (SMCL) qui s'est tenu fin novembre à Paris.

Cette présentation de l'index avait pour objectif, d'une part, de recueillir des retours sur le questionnaire afin de l'améliorer en vue d'une diffusion large en 2024 et, d'autre part, de réaliser une première passation auprès des participants pour obtenir un aperçu préliminaire de la maturité des territoires français pour le déploiement de la mobilité automatisée.

Les modalités d'élaboration de l'index de maturité

L'élaboration de cet index de maturité des territoires s'est déroulée plusieurs étapes. Il s'agissait d'abord de définir les objectifs et les conditions autour de la création de l'outil en termes de cibles visées, de modalités pratiques de collecte et de traitement des données, ainsi que de résultats attendus. Le travail a ensuite consisté à sélectionner les grandes thématiques et les différents indicateurs de mesure qui composent l'index dans son ensemble.

Les objectifs de l'index de maturité

Dans le cadre de la nouvelle actualisation de sa stratégie nationale sur la mobilité routière automatisée et connectée, l'État a accru ses efforts pour sensibiliser et associer davantage les territoires au développement de cette nouvelle technologie. La stratégie nationale affirme en effet comme une de ses quatre priorités¹⁷ le fait d'accompagner les collectivités locales et les opérateurs de mobilité dans le déploiement de services automatisés de transport de voyageurs.

Les travaux de la CIVA depuis 3 ans ont contribué à nourrir la stratégie nationale en pointant du doigt l'importance de ne pas oublier les territoires et leurs élus dans le développement de la mobilité automatisée. Le gouvernement l'a entendu : l'actualisation de la stratégie nationale pour 2023-2025 fait de l'accompagnement des collectivités locales l'une de ses priorités. La cible ambitieuse fixée est d'atteindre 100 à 500 services de transports automatisés de voyageurs, sans opérateur à bord, en 2030, au cœur des territoires. L'index de maturité des territoires créé par la CIVA constituera un outil précieux dans la poursuite de cet objectif.

Yann Arnaud,
Président du Conseil d'orientation
et Directeur Réponses Besoins Sociétaux & Innovation de la Macif
Conseil d'orientation 6, 25 mai 2023

¹⁷ Gouvernement, janvier 2023, Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée, p. 3. <https://urlz.fr/oPDN>

La création de cet index de maturité se veut une contribution de la Communauté à cet effort pour renforcer l'accompagnement des territoires. Il doit permettre aux intercommunalités intéressées par les véhicules automatisés partagés ou collectifs, tels que des navettes et des bus sans conducteur, de disposer d'un outil pour se positionner facilement quant aux possibilités de les déployer sur leur territoire.

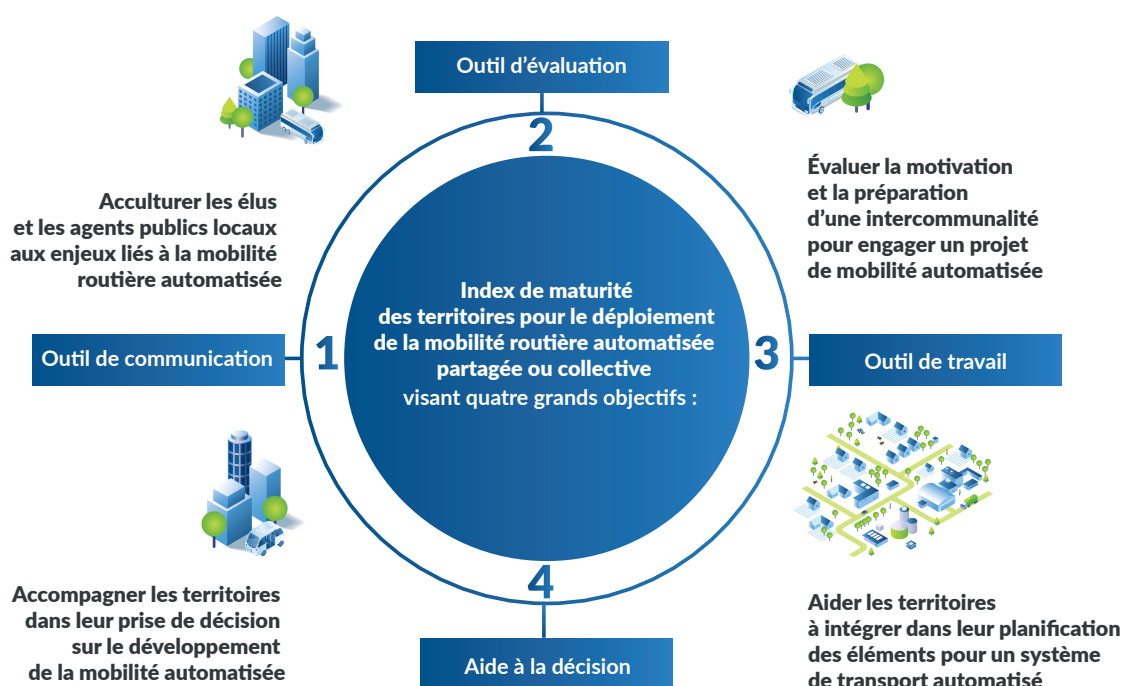
Concrètement, l'index a notamment pour but de permettre aux territoires intéressés d'auto-évaluer a priori, de manière simple et rapide, leur niveau de motivation et de préparation pour la mise en place de systèmes de transport routiers automatisés. Il repose sur l'identification de quelques indicateurs clés (géographique, technique, économique, social, politique, administratif, etc.). L'addition de ces résultats doit donner *in fine* au territoire un premier aperçu de son niveau de maturité, et donc de l'opportunité d'engager un projet de mobilité routière automatisée.

L'index est un outil qui vient compléter les trois autres piliers d'accompagnement des collectivités locales mis en place dans le cadre de la stratégie nationale et portées par la DGITM (centre de ressources partagées, cellules régionales de France Mobilités et webinaires thématiques).

Dans ce sens, il a vocation aussi bien à sensibiliser et informer les représentants des intercommunalités, qu'à les projeter dans le déploiement de ces solutions innovantes de mobilité, en les aidant à se préparer la circulation de véhicules partagés sur leur territoire.

Cet index de maturité vise ainsi quatre grands objectifs :

- > **acculturer les élus et les agents publics locaux** aux enjeux liés au déploiement et à l'exploitation d'un service de transport routier automatisé (outil de communication) ;
- > **évaluer a priori la motivation et la préparation d'une intercommunalité pour engager un projet** de mobilité routière automatisée sur son territoire (outil d'évaluation) ;
- > **aider les territoires à intégrer dans la planification des mobilités et de l'aménagement du territoire les éléments requis** pour un système de transport routier automatisé (outil de travail) ;
- > **accompagner les territoires dans leur prise de décision** sur le développement de la mobilité routière automatisée (outil d'aide à la décision).



Les cibles de l'index : les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI)

La Communauté a fait le choix de centrer son index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité routière automatisée **sur les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre** qui regroupent :

- > les métropoles,
- > les communautés urbaines,
- > les communautés d'agglomération,
- > les communautés de communes.

Depuis l'adoption de la loi d'orientation des mobilités (LOM), les EPCI sont en effet les détenteurs de la compétence mobilité avec les régions. Un des principaux enjeux de la LOM était de mettre fin aux zones blanches de la mobilité en entérinant la création d'autorités organisatrices des mobilités (AOM) dans tous les territoires peu denses non encore couverts par une autorité d'ici au 1^{er} juillet 2021.

L'État a ainsi encouragé les communautés de communes à prendre la compétence d'AOM pour pouvoir élaborer une politique locale de mobilité adaptée aux pratiques de déplacements sur leur territoire. Elles peuvent également décider de prendre et transférer leur compétence d'organisation des mobilités à une structure supra-communautaire du type PETR¹⁸ ou syndicat mixte SRU¹⁹.

Le fait de cibler l'index sur les élus et les agents des intercommunalités, plutôt que des régions, s'explique par la volonté de la Communauté de s'intéresser en priorité à l'ancrage territorial de la mobilité automatisée et à ses conditions de déploiement dans les territoires au plus près des habitants et de leurs besoins de mobilité.

La co-construction du questionnaire avec les parties prenantes

L'index de maturité repose concrètement sur un questionnaire qui a été co-construit avec les entreprises de la Communauté d'intérêt, les parties prenantes de l'écosystème France Véhicules Autonomes, notamment les membres du groupe de travail Territoires du comité Systèmes de Transports Publics Automatisés (STPA), ainsi que les représentants des services de l'État (DGITM) et des collectivités locales et d'intercommunalités afin d'aboutir à une version finale.

La sélection des grandes thématiques du questionnaire et des indicateurs qui les composent, répond aux objectifs et aux contraintes de l'index de maturité. Pour rappel, ce dernier a vocation d'être un outil d'auto-évaluation par une intercommunalité de sa motivation et de préparation pour mettre en place un système de transport routier automatisé partagé ou collectif sur son territoire.

Cette évaluation se veut volontairement assez généraliste pour que l'outil soit accessible à toutes les intercommunalités intéressées par la mobilité automatisée, sans qu'elles aient forcément déjà envisagé ou engagé un projet précis de déploiement. Par ailleurs, les réponses formulées par une intercommunalité doivent permettre de définir non seulement un niveau de maturité, mais aussi d'émettre des recommandations pour l'aider à se préparer au déploiement de la mobilité automatisée.

Par conséquent, certaines questions ne sont pas prises en compte dans le calcul du score final de maturité sur 100, mais servent plutôt à définir un profil de territoire. L'objectif est d'orienter l'intercommunalité sur les cas d'usage qui semblent les plus pertinents par rapport à ses caractéristiques et de lui formuler des recommandations en conséquence.

¹⁸ Un pôle d'équilibre territorial et rural est un syndicat mixte composé d'au moins deux établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre dans un périmètre d'un seul tenant et sans enclave.

¹⁹ Les syndicats mixtes SRU créés par la loi relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbains sont composés d'AOM locales et/ou régionales. Le département peut être membre de ce syndicat au titre de sa compétence « voirie ».



De gauche à droite : N. Irsson - Macif, B. Beaudet - beti, J-M. Zulesi - député (Renaissance) des Bouches-du-Rhône, C. Verne - Macif, P. Chehwan - beti, N. Marescaux - Macif.

Il s'agit également de **tenir compte de l'évolution à venir de la technologie de conduite automatisée et de l'offre de véhicules**. Pour ce faire, nous nous appuyons sur les prévisions du programme France Véhicules Autonomes quant au calendrier de déploiement des cas d'usage de services de transport public automatisés (STPA)²⁰ sans opérateur à bord :

- > la desserte fine sur des sites fermés à une vitesse inférieure ou égale à 30km/h en 2023 ;
- > la desserte fine du premier et dernier km, d'abord sur des voies dédiées puis sur des routes ouvertes aménagées en ville, avec des services à 30km/h aux alentours de 2024-2025 ;
- > la desserte pôle à pôle en zone rurale et périurbaine sur des anciennes emprises ferroviaires puis sur des routes ouvertes aménagées avec des services à 50km/h à partir de 2026-2027 ;
- > l'automatisation des lignes de bus existantes : d'abord sur voies dédiées avec des bus de 6m (30 km/h) à horizon 2026-2027, puis des bus de 12m (50 km/h) sur des voies pour les bus à haut niveau de service (BHNS) en 2028.

Concernant les contraintes, l'une des particularités de cet index tient au fait que le remplissage du questionnaire se fait **directement en ligne par les répondants** issus d'une diversité d'intercommunalités. À l'inverse, les index évoqués précédemment ont été réalisés par un seul acteur averti, comme le cabinet KPMG ou une équipe de chercheurs, qui maîtrisait les réponses et se chargeaient par eux-mêmes d'évaluer la maturité des pays, des villes ou des territoires ruraux.

La sélection des thématiques et des indicateurs tient également compte de la spécificité de l'organisation politico-administrative française à la suite de l'adoption de la loi d'orientation des mobilités (LOM), et des retours d'expérience de collectivités locales déjà impliquées dans le déploiement de véhicules automatisés en France.

Le questionnaire de l'index a ainsi été **co-construit en se fondant sur le choix d'indicateurs simples mais précis** (géographique, technique, économique, social, environnemental, politique, administratif, juridique, etc.) pour permettre une évaluation relativement solide pour l'intercommunalité répondante.

²⁰ Voir la vision du déploiement des services de transport public automatisés (STPA) présentée lors du 2e séminaire à destination des collectivités locales organisé par la DGITM le 30 mars 2023

Le questionnaire final est destiné aux élus de tous les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre, en particulier ceux en charge des transports et des mobilités, ainsi qu'aux directeurs généraux des services et aux agents concernés par ces sujets au sein de leur intercommunalité. Il se décompose en 6 grandes thématiques :

- 1 le niveau d'information et de communication ;**
- 2 les besoins de mobilité ;**
- 3 l'intérêt et les motivations ;**
- 4 les ressources de l'intercommunalité ;**
- 5 les infrastructures physiques et numériques ;**
- 6 le type d'EPCI.**

Le passation du questionnaire lors du Salon des Maires et des Collectivités Locales (SMCL) et les caractéristiques de l'échantillon

Présentation de l'index lors du Salon des Maires

Le stand de la Macif installé dans le pavillon « Transport et Mobilités » lors du Salon des Maires et des Collectivités Locales 2023, qui s'est tenu du 21 au 23 novembre Porte de Versailles à Paris, a été l'occasion de mettre en lumière les travaux de la CIVA sur l'index de maturité des territoires. La présentation de ce dernier lors du SMCL visait deux objectifs complémentaires.

Il s'agissait d'une part de recueillir des retours sur le questionnaire afin de l'améliorer en vue d'une diffusion large en 2024. Le but était d'autre part de réaliser une première passation auprès des élus et des agents locaux présents au Salon pour obtenir un aperçu préliminaire de la maturité des territoires français pour le déploiement de la mobilité automatisée.

Concernant le premier objectif, le salon a offert l'opportunité de discuter de l'outil avec les acteurs de l'écosystème, les autorités publiques et les entreprises membres de la Communauté. Ces derniers ont pu exprimer leur avis sur le contenu et la forme du questionnaire de l'index. Concernant le deuxième objectif, une communication a été réalisée pendant le salon auprès des participants pour assurer une première passation du questionnaire préparé pour l'occasion et recueillir des réponses préliminaires auprès des représentants des territoires présents. A la fin du salon, 58 réponses exploitables ont été récoltées de la part d'élus et d'agents issus d'intercommunalités de toute la France.

Le salon a également été marqué par la présentation du projet d'index de maturité des territoires à Clément Beaune, ministre délégué chargé des Transports, qui a salué l'initiative et encouragé la poursuite des travaux de la Communauté d'intérêt.



De gauche à droite : N. Marescaux - Macif, C. Beaune - ministre en charge des Transports

POINT MÉTHODOLOGIQUE SUR LE CALCUL DU SCORE DE MATURITÉ

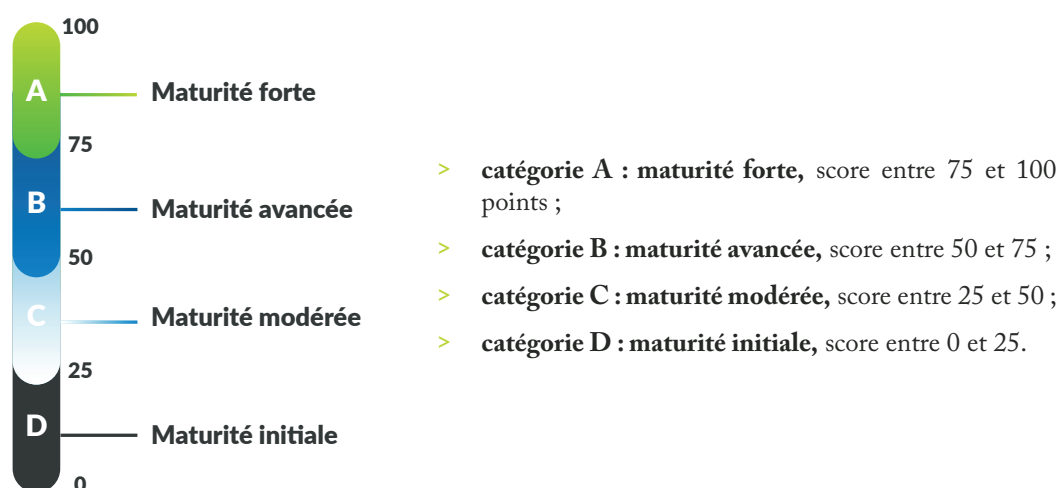
L'objectif du questionnaire proposé à remplir aux élus et agents locaux lors du SMCL était d'évaluer le niveau de préparation de leur intercommunalité pour déployer un système de transport automatisé partagé et collectif tel qu'une navette ou un bus sans conducteur, en vue d'établir un panorama préliminaire de la maturité des territoires à la mobilité automatisée en France.

À la fin du questionnaire, chaque répondant a obtenu un score chiffré de la maturité de son intercommunalité générée automatiquement à partir de ses réponses aux différentes thématiques du questionnaire. Pour rappel, cinq²¹ dimensions ont été retenues pour le calcul du score de maturité d'une intercommunalité :

- 1 le niveau d'information et de communication ;
- 2 les besoins de mobilité ;
- 3 l'intérêt et les motivations ;
- 4 les ressources de l'intercommunalité ;
- 5 les infrastructures physiques et numériques.

Le score de chaque dimension différait selon le nombre de questions en lien avec celle-ci, lui donnant un poids différent dans le questionnaire. Par ailleurs, chaque question donnait un certain nombre de points variant selon son importance relative pour évaluer la maturité. Ce système a permis de formuler des recommandations précises aux répondants des EPCI sur les aspects à améliorer pour chaque dimension.

La somme des points de toutes les questions donnait un score final total sur 100 déterminant un niveau de maturité global de l'intercommunalité. Les résultats obtenus ont permis de dresser un classement des intercommunalités en quatre grandes catégories de A à D allant du niveau de préparation le plus au moins important comme suit :



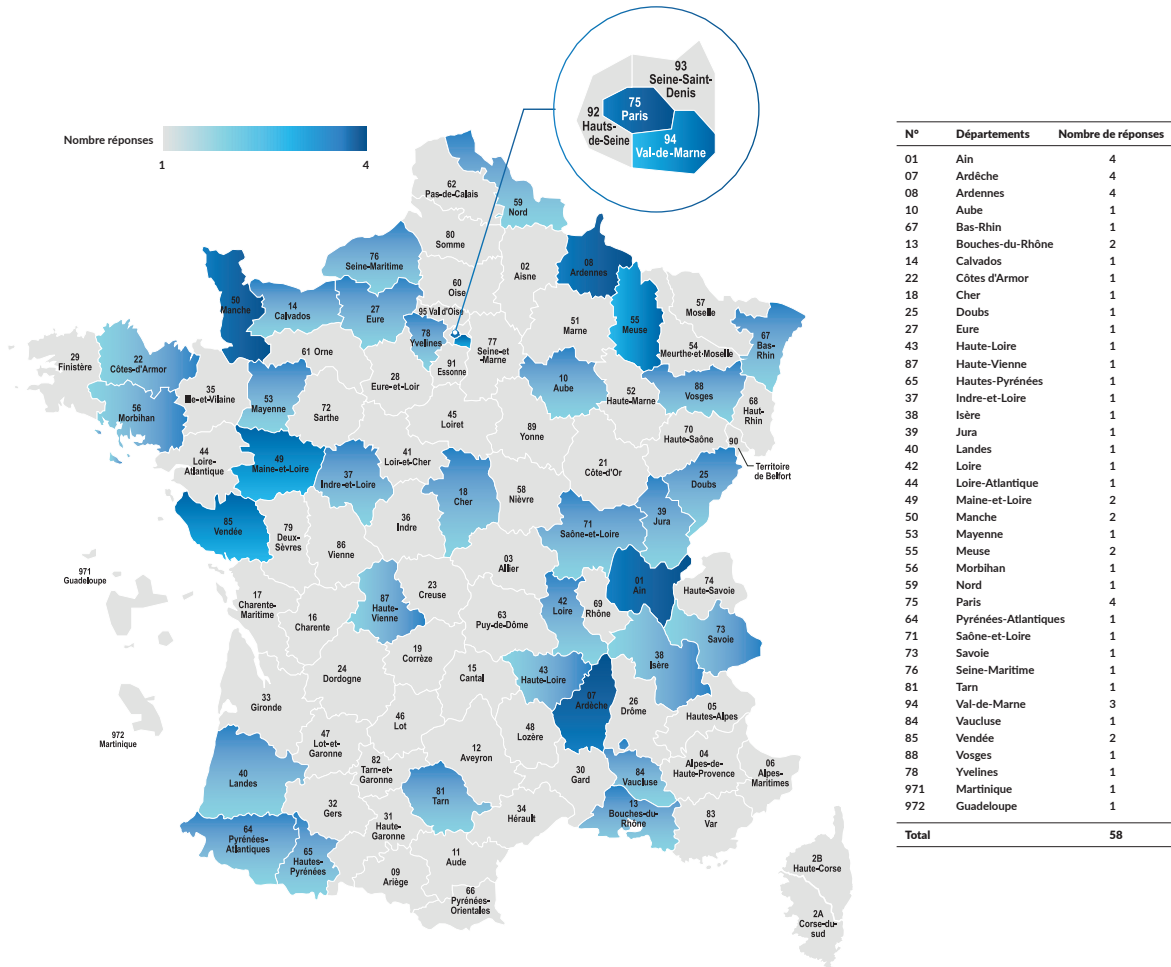
²¹ La sixième dimension sur le type d'EPCI a servi à déterminer le profil de l'intercommunalité et du répondant.

Description de l'échantillon des répondants

Comme mentionné précédemment, un total de 58 élus et agents d'intercommunalités a répondu à l'intégralité du questionnaire. Les informations renseignées ont permis de déterminer la structure de cet échantillon selon différents critères tels que la répartition géographique, le type d'intercommunalité et le type de territoire. Bien que préliminaires, ces résultats donnent déjà un aperçu général de la préparation des territoires à la mobilité automatisée. Les intercommunalités qui ont répondu au questionnaire sont réparties de la manière suivante :

- > **Répartition géographique :** 56 EPCI répartis dans 37 départements de France métropolitaine, soit une représentation de 38,5 % du territoire national²² et deux intercommunalités situées dans des territoires d'outre-mer, la Guadeloupe et la Martinique. Les départements de l'Ain, de l'Ardèche, des Ardennes et de Paris sont les plus représentés dans l'échantillon, avec quatre réponses pour chacun. Différents types d'EPCI sont représentés pour chaque département.

Répartition géographique des intercommunalités présentes dans l'échantillon du SMCL



Source : CIVA, résultats préliminaires de l'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée, Salon des Maires et des Collectivités Locales, novembre 2023.

Population : 39 départements à partir de 58 élus et agents interrogés.

Lecture : les intercommunalités interrogées lors du SMCL 2023 appartiennent aux départements colorés en bleu sur la carte. Les teintes plus foncées indiquent un plus grand nombre de réponses par département. Aucune réponse n'émanait d'élus ou d'agents des EPCI pour les départements colorés en gris sur la carte.

²² Depuis avril 2011 le territoire français est composé de 96 départements métropolitains et 5 départements d'outre-mer, pour un total de 101 départements. INSEE, <https://urlz.fr/p6rW>

- > **Type d'intercommunalité :** la distribution des réponses révèle une prédominance des communautés de communes (45 %), suivies des communautés d'agglomération (31 %). Ces données indiquent une participation significative des zones rurales et périurbaines dans les réponses à l'index de maturité, ces formes d'intercommunalité couvrant généralement de tels territoires. Les métropoles et les communautés urbaines sont moins représentées, avec 10 % et 5 % de l'échantillon respectivement²³. La catégorie « non renseigné », représentant 9 % de l'échantillon, correspond à des intercommunalités qui n'ont pas été indiquées par les répondants lors de la passation du questionnaire et ne peuvent donc pas être attribuées avec précision. Les personnes interrogées étaient toutefois des élus ou des agents communautaires et leurs réponses ont donc été prises en compte dans l'échantillon.
- > **Type de territoire :** les zones rurales sont les plus représentées avec 43,1 % des réponses, ce qui peut révéler le fort intérêt de ces territoires pour des solutions de mobilité innovantes. Elles sont suivies des zones urbaines avec 36,2 %

de réponses collectées lors du salon. En dernière position se situent les zones périurbaines agissant comme zones de transition entre les environnements ruraux et urbains : elles représentent 20,7 % de réponses enregistrées.

- > **Poste occupé :** les élus communautaires (31 %) et les exécutifs locaux (présidents, vice-présidents, vice-présidents en charge de la mobilité ou des transports (29 %) représentent plus que la moitié de notre échantillon, ce qui indique une forte présence de décideurs parmi les personnes interrogées. Les fonctionnaires communautaires (DGS, chef de service, agents) représentent aussi une part significative de l'échantillon, avec 12 % des répondants. Cette répartition souligne l'implication active de ceux qui occupent des positions stratégiques ou possèdent une expertise technique, éléments clés pour l'adoption par les intercommunalités de la mobilité automatisée partagée ou collective.

²³ Au 1er janvier 2023, la France compte 1 254 établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre. 79,1 % des EPCI sont de communautés de communes, 18,1 % de communautés d'agglomération, 1,1% des communautés urbaines et 1,7% des métropoles. Voir SEBBANE, Lionel, Bulletin d'information statistique de la DGCL, N° 172. Stabilité dans les cartes communales et intercommunales en 2022 et poursuite modérée de la réduction du nombre de syndicats intercommunaux, mars 2023, Ministère chargé des collectivités territoriales, Direction Générale des Collectivités Locales.

De gauche à droite : A. Offergeld - Movin'On, N. Irissou - Macif, N. Marescaux - Macif, I. Rio-Lopes - Kantar, Y. Arnaud - Macif, S. Spangenberg - Movin'On



Distribution des élus et agents d'intercommunalités interrogés

Échantillon total	N	Distribution
Répondants	58	100 %
Type d'intercommunalité		
Communautés de communes	26	45 %
Communautés d'agglomération	18	31 %
Communautés urbaines	3	5 %
Métropoles	6	10 %
Non renseigné	5	9 %
Type de territoire		
Rural	25	43 %
Périurbain	12	21 %
Urbain	21	36 %
Poste		
Président(e)	6	10 %
Vice-président(e) en charge de la mobilité/des transports	2	3 %
Vice-président(e)	9	16 %
Élu(e) communautaire	18	31 %
Directeur/Directrice général(e) des services	1	2 %
Directeur/Directrice ou chef(fe) de service	2	3 %
Agent(e) travaillant sur les mobilités, transports, voirie	4	7 %
Autre	16	28 %

Source : CIVA, résultats préliminaires de l'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée, Salon des Maires et des Collectivités Locales, novembre 2023.

Population : 39 départements à partir de 58 élus et agents interrogés.

Lecture : parmi les 58 représentants des intercommunalités interrogés, 43 % ont déclaré appartenir à une intercommunalité rurale, 21 % à une intercommunalité périurbaine et 36 % à une intercommunalité urbaine.



F. PAGET & C^o
MOREZ - JURA

MAIRIE



DES PREMIERS RÉSULTATS SUR LA MATURITÉ DES TERRITOIRES POUR LE DÉPLOIEMENT DE LA MOBILITÉ AUTOMATISÉE

Cette partie met en lumière les premiers résultats de l'index de maturité des territoires obtenus à partir d'un échantillon d'une soixantaine de répondants au questionnaire lors du Salon des Maires et des Collectivités Locales (SMCL) en novembre 2023. Ces résultats donnent à voir un panorama préliminaire du niveau de préparation des intercommunalités en France à accueillir un service de mobilité automatisée partagé ou collectif sur leur territoire, tel qu'une navette ou un bus sans conducteur.

Une analyse quantitative de l'échantillon recueilli lors du salon a permis de tirer des premiers enseignements sur le niveau d'information et l'intérêt des représentants des intercommunalités, ainsi que la préparation de leurs infrastructures matérielles et numériques pour déployer un système de transport automatisé.

Plusieurs aspects sont abordés dans cette partie :

- > une classification des territoires selon les notes reçues après le remplissage du questionnaire, pour savoir si les intercommunalités concernées sont, en moyenne, prêtes à déployer un système de transport sans conducteur ;
- > l'identification des principaux facteurs d'opportunité et de risque liés à la mobilité automatisée qui ont été identifiés par les différents EPCI ;
- > l'identification des besoins et des ressources disponibles dans les intercommunalités pour déployer un système transport automatisé partagé ou collectif ;
- > des recommandations à partir des résultats obtenus et les perspectives de déploiement de cet l'index de maturité pour 2024.

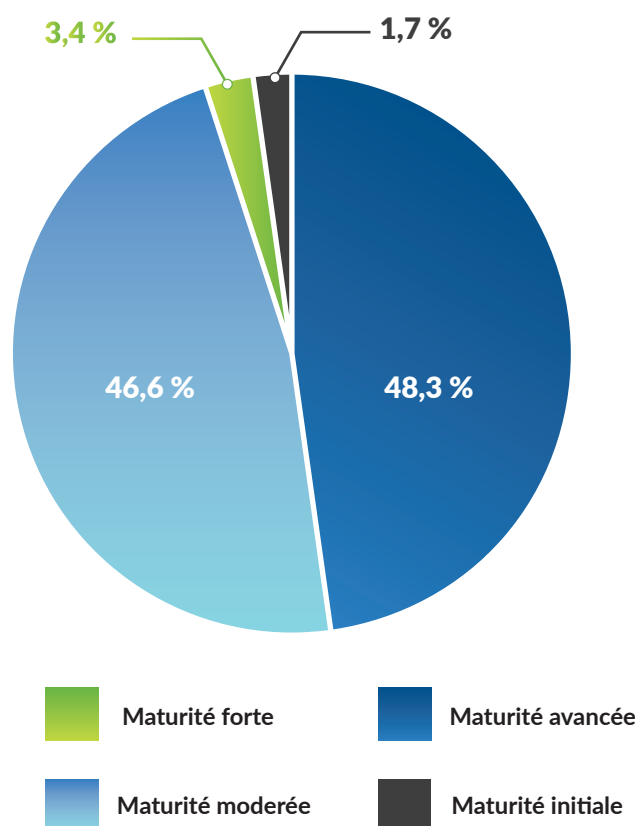
Premiers résultats du niveau de maturité des territoires en matière de mobilité automatisée

Deux niveaux de maturité prédominants

La majorité des EPCI interrogés se situe à des niveaux intermédiaires, avec respectivement 47 % de maturité modérée et 48 % de maturité avancée. Cela indique que **près de 95 % des EPCI évalués ont dépassé le stade initial de préparation pour le déploiement de la mobilité automatisée**. Cette répartition montre que la plupart des territoires analysés ont entrepris ou sont en train d'entreprendre des démarches pour mettre en place les conditions nécessaires à l'adoption d'un système de transport sans conducteur.

Seuls quelques EPCI se trouvent aux extrémités de l'échelle de maturité. Une intercommunalité (2 %) a la maturité initiale, suggérant une infrastructure, un intérêt ou une connaissance encore très limitée sur la mobilité automatisée. Inversement, deux intercommunalités (3 %) ont atteint une forte maturité, indiquant qu'elles sont prêtes à implémenter efficacement un système de transport automatisé dès maintenant sur leur territoire.

Quelle maturité en matière de mobilité automatisée collective et partagée ?



Source : CIVA, résultats préliminaires de l'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée, Salon des Maires et des Collectivités Locales, novembre 2023.

Population : 39 départements à partir de 58 élus et agents interrogés.

Lecture : les aires du graphique sont proportionnelles au poids de la catégorie dans la série. 48 % des intercommunalités de l'échantillon ont une maturité avancée.

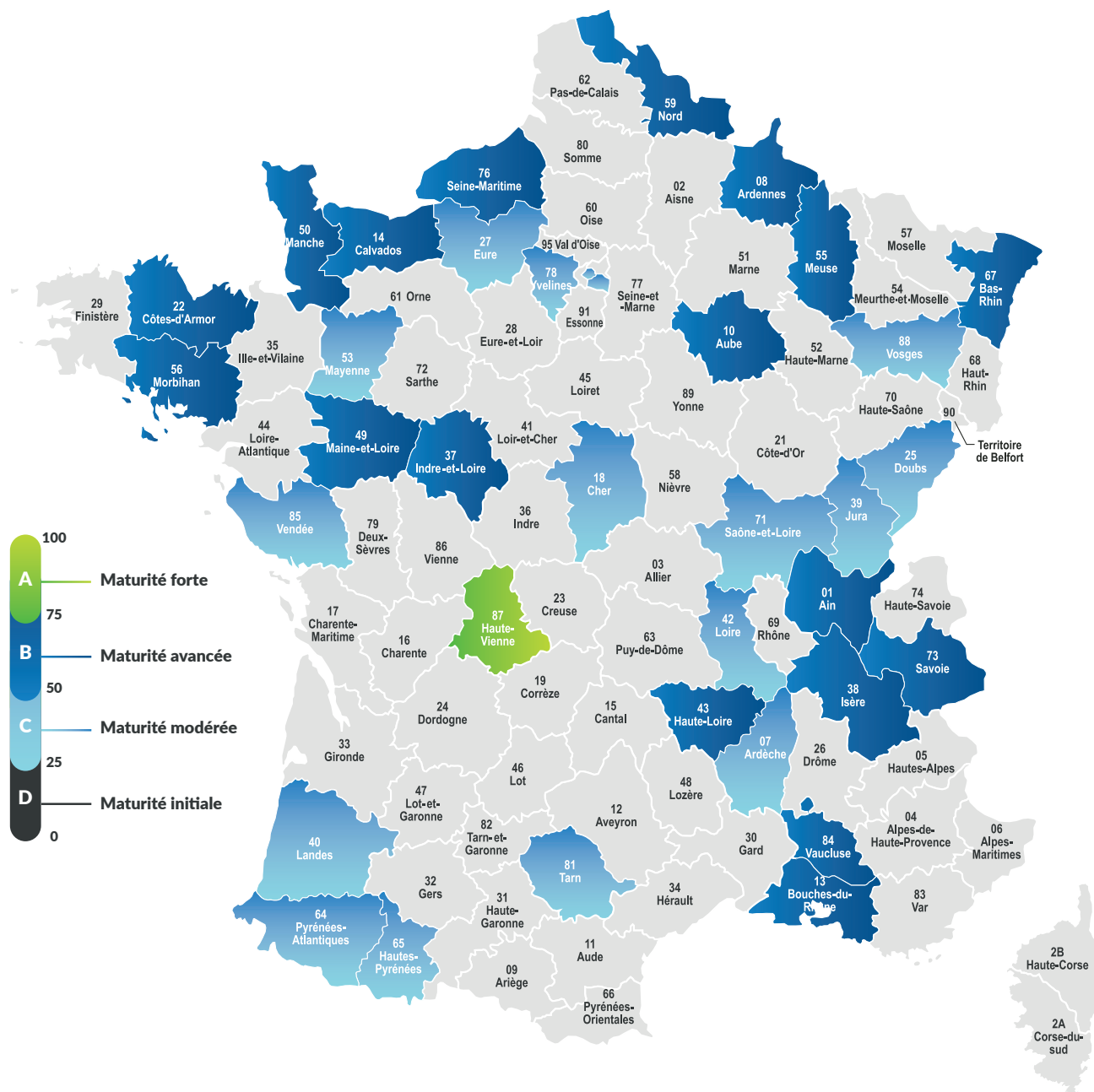
Pour les dix départements avec plus d'une réponse²⁴, c'est-à-dire pour lesquels plusieurs EPCI sur leur territoire ont été interrogés, un score de maturité moyen a été construit à partir des notes obtenues par chaque intercommunalité. Ces scores de maturité par département sont représentés graphiquement dans la figure ci-dessous.

Le choix méthodologique de représenter les scores de maturité au niveau des départements

plutôt que celui des EPCI s'explique par la meilleure visibilité des résultats au niveau national. Compte tenu de la taille de l'échantillon du SMCL qui n'est pas représentatif de tous les départements, ni de toutes les intercommunalités de France étant donné les conditions de passation du questionnaire, il a également semblé plus informatif de présenter ce panorama préliminaire de la maturité des territoires à une échelle départementale.

²⁴ Quatre départements ont des réponses provenant de quatre EPCI de leur territoire, un département en a trois, et cinq départements ont deux réponses d'EPCI locaux. Voir le détail dans la figure sur la « Répartition géographique des intercommunalités présents dans l'échantillon du SMCL ».

Distribution des scores moyens de maturité par département



Source : CIVA, résultats préliminaires de l'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée, Salon des Maires et des Collectivités Locales, novembre 2023.

Population : 39 départements à partir de 58 élus et agents interrogés.

Lecture : le département en vert est classé au niveau « maturité forte » d'après le score moyen à l'index de ses EPCI, les départements en bleu foncé sont classés en « maturité avancée » et les départements en bleu clair sont classés en « maturité modérée ».

Les principaux constats tirés de l'analyse de l'échantillon du SMCL sont les suivants :

- > en prenant la note moyenne par département et non la note obtenue par chaque EPCI, il ressort **qu'aucun des départements n'est au niveau de maturité initiale** ;
- > **un seul département, la Haute-Vienne, atteint le niveau de maturité forte** ;
- > **la répartition des réponses ne varie quasiment pas entre les territoires**, avec 50 % des départements avec un niveau de maturité avancée et 47,4 % des départements avec un niveau de maturité modérée.

Ces premières réponses donnent à penser que **la préparation des intercommunalités au déploiement d'un système de transport automatisé en France se situe globalement à un niveau intermédiaire**. Il semble essentiel de reconnaître les besoins des territoires à maturité initiale et de soutenir leur progression, mais aussi d'analyser les stratégies des territoires à forte maturité pour identifier des pratiques exemplaires. Des interventions ou des investissements ciblés sont donc nécessaires pour les territoires les plus matures, tandis que des formations ou des échanges d'expériences pourraient être bénéfiques aux territoires les moins avancés.

En somme, **les résultats offrent un aperçu préliminaire encourageant du niveau de préparation des territoires français à la mise en place une solution de mobilité automatisée**, avec une majorité d'intercommunalités présentant une maturité modérée ou avancée pour soutenir le déploiement de ces systèmes de transport sans conducteur.

Évaluation quantitative des résultats préliminaires de l'index

La classification des intercommunalités selon leur niveau de maturité en matière de déploiement de la mobilité automatisée, présentée à la fin du questionnaire, offre un aperçu des points forts et faibles de chaque territoire pour accueillir ce type de mobilité. L'analyse de la classification des EPCI selon leur niveau de maturité peut être complétée par une analyse ponctuelle des scores moyens par département. Cela permet de comparer la distribution réelle des réponses, sans le biais du poids accordé aux différentes dimensions de l'index.

L'analyse quantitative des résultats indique que le score moyen des EPCI interrogés est de 50,31 sur 100. Il existe une **grande variabilité entre les différentes intercommunalités**, avec une note minimale de 24 pour l'une d'entre elles et une note maximale de 80 pour une autre. Pour réaliser l'analyse des résultats par dimension, nous avons calculé un ratio entre la note moyenne obtenue et la note maximale possible de la dimension²⁵, ce qui nous a permis de représenter les résultats dans un diagramme en radar (voir figure ci-dessous), pour faciliter la compréhension des résultats²⁶.

²⁵ Cela nous permet de comparer la note moyenne à la note potentielle de la dimension et de combler ainsi le biais évoqué précédemment sur le poids différent de chaque dimension du questionnaire.

²⁶ Plus le point de la dimension « besoins de mobilité sur le territoire » est proche de l'axe, et moins il serait nécessaire de développer un système de transport automatisé pour y répondre. Dans notre enquête, environ deux tiers des répondants ont en effet déclaré qu'il existe une offre de transport sur le territoire.

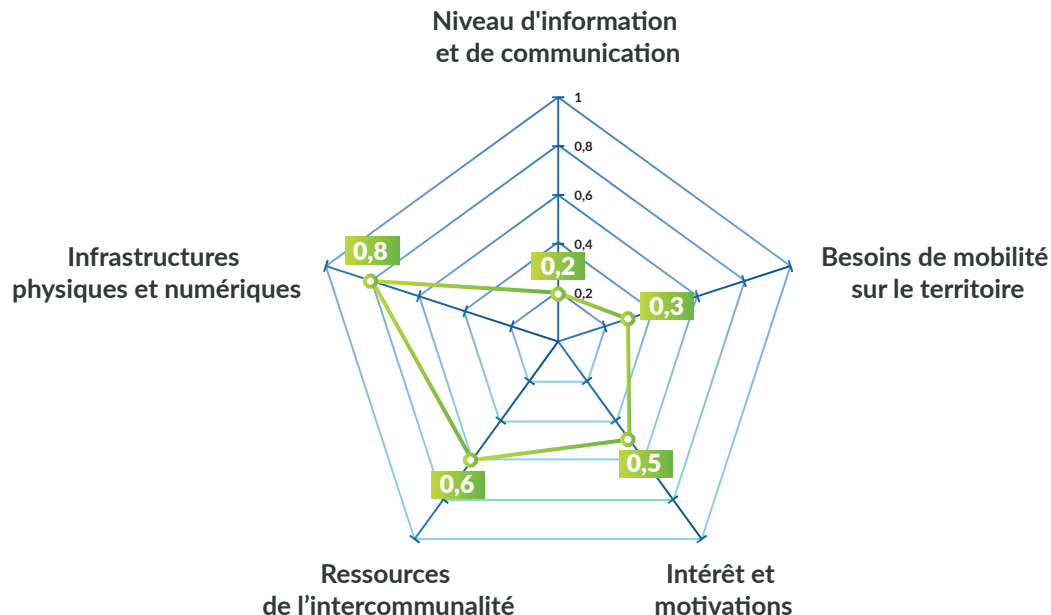


De gauche à droite : M. Le Gorbelec, N. Boudinet et M. Dugourd - Maif

Les résultats les plus saillants pour chacune des cinq dimensions de l'index montrent que :

- > **le niveau d'information et de communication est la dimension la moins bien notée**, avec un ratio de 0,2 et présente la plus grande variabilité parmi les EPCI, ce qui indique d'importantes disparités de connaissances sur le sujet entre les répondants.
- > **la dimension sur les besoins de mobilité du territoire a également été mal notée**. En effet, la majorité des représentants d'intercommunalités interrogés déclarent déjà disposer d'une offre de transport public, ce qui semble suggérer un moindre intérêt pour le déploiement d'un système de transport automatisé. Cependant, ces mêmes répondants ont évalué la qualité de l'offre de transport actuelle à 3,1 sur 5, ce qui indique que la mobilité automatisée pourrait représenter une opportunité pour compléter ou améliorer l'offre de transport public existante sur le territoire.
- > **le niveau d'intérêt, les motivations et les ressources des intercommunalités sont partagés**, avec une note de 0,5 et 0,6 sur 1. Cela montre d'abord un engagement modéré et une compréhension moyenne des apports potentiels de ce type de mobilité par les acteurs locaux. Au-delà des besoins en matière de financement, la plupart des intercommunalités estiment aussi avoir des ressources (matérielles, légales, etc.) pour le déploiement de la mobilité automatisée, avec toutefois certains aspects à renforcer.
- > **la dimension « infrastructures physiques et numériques » est finalement la mieux notée** parmi les cinq de l'index, avec une perception plutôt positive des répondants sur les infrastructures actuelles de leur intercommunalité pour accueillir des systèmes de transport automatisés.

Scores standardisés des cinq dimensions de l'index de maturité



Source : CIVA, résultats préliminaires de l'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée, Salon des Maires et des Collectivités Locales, novembre 2023.

Population : 39 départements à partir de 58 élus et agents interrogés.

Lecture : les points les plus proches du centre sur un axe indiquent des notes plus basses dans la dimension, tandis que les points les plus éloignés indiquent des meilleures notes pour la dimension.

Il ressort de ces premiers résultats un panorama intermédiaire qui met en lumière que :

- > toutes dimensions confondues, les territoires français interrogés disposent déjà des éléments essentiels pour mettre en place un système de transport routier automatisé partagé ou collectif. Cela signifie que, même s'il reste encore du chemin à parcourir pour que cette solution de mobilité soit viable, certaines actions, infrastructures et ressources sont déjà en place dans la plupart des territoires ;
- > il y a une importante hétérogénéité entre les territoires analysés quant à leur niveau de préparation au déploiement de la mobilité automatisée, avec des notes assez variables entre les intercommunalités et surtout d'une dimension à l'autre de l'index ;
- > bien l'infrastructures physique et numérique semble être en place pour déployer la mobilité routière automatisée, ce résultat est à nuancer puisqu'il reflète surtout la perception des répondants plutôt que son état objectif. Ils peuvent surestimer ce point ou ne pas avoir une compréhension fine des besoins en la matière.
- > Une attention accrue doit être portée aux besoins réels de mobilité couverts et à l'implication des acteurs locaux pour progresser vers le déploiement de systèmes de transports routiers automatisés ;
- > une campagne d'information et de communication auprès des élus et agents peut être bénéfique pour le développement de la mobilité automatisée dans les territoires.



Je suis heureux de voir que les sujets avancent. Sur l'index de maturité, MAIF est impliquée auprès des collectivités et des élus locaux et nous voyons que les expérimentations sont là, donc c'est un dispositif qui pourrait tout à fait nous intéresser.

Nicolas Boudinet, Directeur général délégué de la Maif,
Rencontre des dirigeants des entreprises de la CIVA,
25 octobre 2023



Les intérêts, les obstacles et les risques perçus de la mobilité automatisée partagée

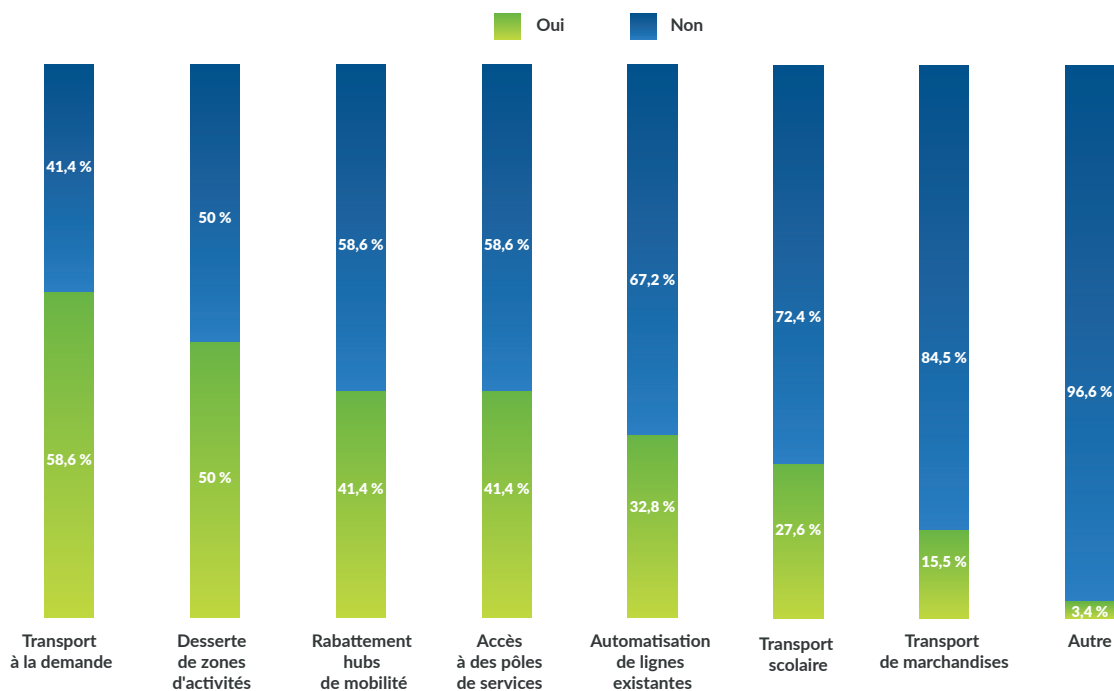
Les cas d'usage du transport automatisé qui intéressent les intercommunalités

Les réponses au questionnaire montrent que **le transport à la demande**, c'est-à-dire des services de transport de personnes offerts en fonction de la demande des usagers²⁷, **est perçu comme le cas d'usage de mobilité automatisée le plus pertinent**, avec 58,6 % des répondants exprimant un intérêt pour ce type de service. Il est en effet, particulièrement adapté aux zones peu denses²⁸ et offre des solutions flexibles et personnalisées de transport dans les territoires ruraux et périurbains.

Aucun des 58 répondants n'a par ailleurs déclaré qu'un système de transport automatisé partagé ne serait dans aucun cas plus pertinent que le transport public avec un conducteur humain. Cela signifie que toutes les personnes ayant participé à l'enquête ont perçu au moins l'intérêt d'un cas d'usage pour ce type de mobilité innovante.

Parmi les représentants des intercommunalités interrogés, **27,6 % ont signalé un intérêt pour l'usage d'un système automatisé pour le transport scolaire**. Malgré l'intérêt évident de la mobilité automatisée pour ce cas d'usage particulier, la réglementation interdit pour le moment de transporter des mineurs seuls à bord de véhicules hautement automatisés.

Selon vous, dans quels cas un système de transport automatisé partagé ou collectif serait plus pertinent que le transport public avec un conducteur humain ?



Source : CIVA, résultats préliminaires de l'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée, Salon des Maires et des Collectivités Locales, novembre 2023.

Population : 39 départements à partir de 58 élus et agents interrogés.

Lecture : parmi les 58 répondants interrogés, 58,6 % ont choisi le transport à la demande comme cas d'usage le plus pertinent pour un système de transport automatisé plutôt que le transport public avec un conducteur humain. Les 41,4 % restants n'ont pas considéré le transport sans conducteur comme une option viable pour ce type de service.

²⁷ Pour plus de détails sur le transport à la demande, voir l'analyse du Cerema : <https://urlz.fr/p6s0>

²⁸ Comme expliqué dans la section précédente, presque la moitié des intercommunalités interrogées sont des territoires périurbains (43 %), ce qui explique en partie ce résultat.

Les apports potentiels de la mobilité routière automatisée

Concernant les apports potentiels d'un système de transport routier sans conducteur, avec 72 % des réponses positives, les représentants des EPCI ont estimé que la réduction de l'utilisation de la voiture individuelle et de la pollution atmosphérique serait le gain principal de ce type de transport.

Ces résultats peuvent être comparés à ceux obtenus dans l'enquête réalisée par la CIVA en 2022 sur l'acceptabilité de la navette automatisée par les habitants de l'Indre et de Drôme²⁹. Les résultats ont montré qu'adopter un moyen de transport plus écologique est un levier significatif de changement des habitudes de mobilité pour les habitants de ces territoires. Cela confirme que le déploiement d'un service de transport automatisé peut être une solution de transport satisfaisante pour les intercommunalités qui est alignée avec les intérêts de leurs habitants.

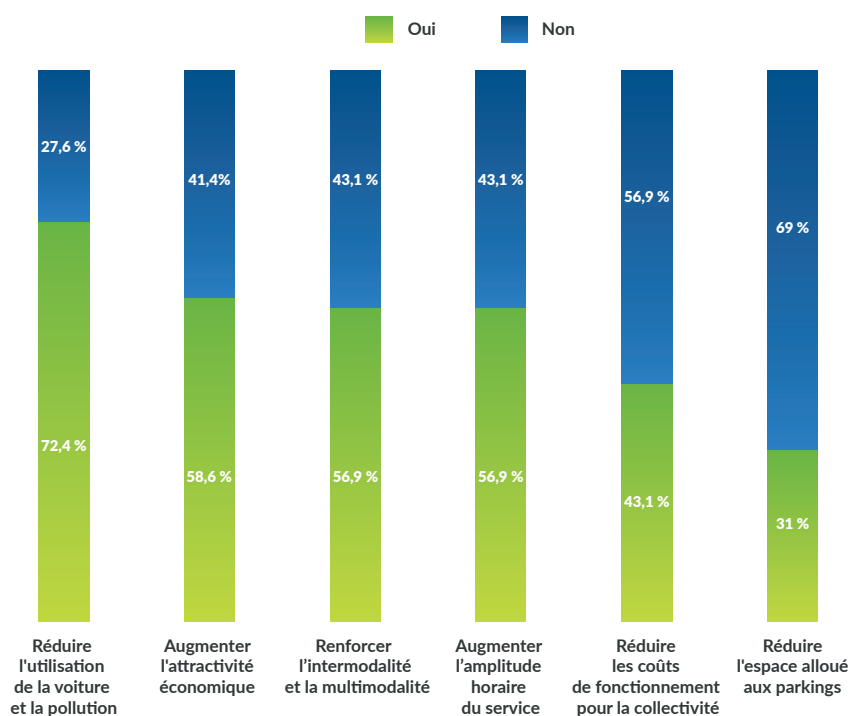
Le deuxième apport perçu par les répondants à l'index lors du SMCL est celui d'une potentielle

augmentation de l'attractivité économique du territoire grâce à une meilleure desserte (59 %). C'est particulièrement le cas pour les zones rurales et périurbaines, qui représentent 64 % de l'échantillon analysé.

Le renforcement de l'intermodalité et de la multimodalité (57 %) et l'augmentation de l'amplitude horaire du service de transport (57 %) sont également valorisés. La réduction des coûts de fonctionnement et le gain d'espace par la diminution des parkings sont moins prioritaires (43 % et 31 %, respectivement), mais également choisis par les répondants comme des apports potentiels de la mobilité automatisée.

Comme pour le cas d'usage, tous les représentants des intercommunalités ayant répondu au questionnaire ont identifié au moins un apport potentiel de la mobilité automatisée. Parmi eux, 87,9 % ont identifié plus d'un apport d'un système de transport automatisé partagé ou collectif, ce qui confirme l'intérêt des élus locaux pour le déploiement de ce type de service et son impact positif pour les territoires.

Selon vous, quels seraient les apports d'un système de transport automatisé partagé pour votre territoire ?



Source : CIVA, résultats préliminaires de l'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée, Salon des Maires et des Collectivités Locales, novembre 2023.

Population : 39 départements à partir de 58 élus et agents interrogés.

Lecture : parmi les 58 répondants interrogés, 72,4 % ont déclaré qu'un système de transport automatisé partagé peut contribuer à réduire l'utilisation de la voiture individuelle et la pollution.

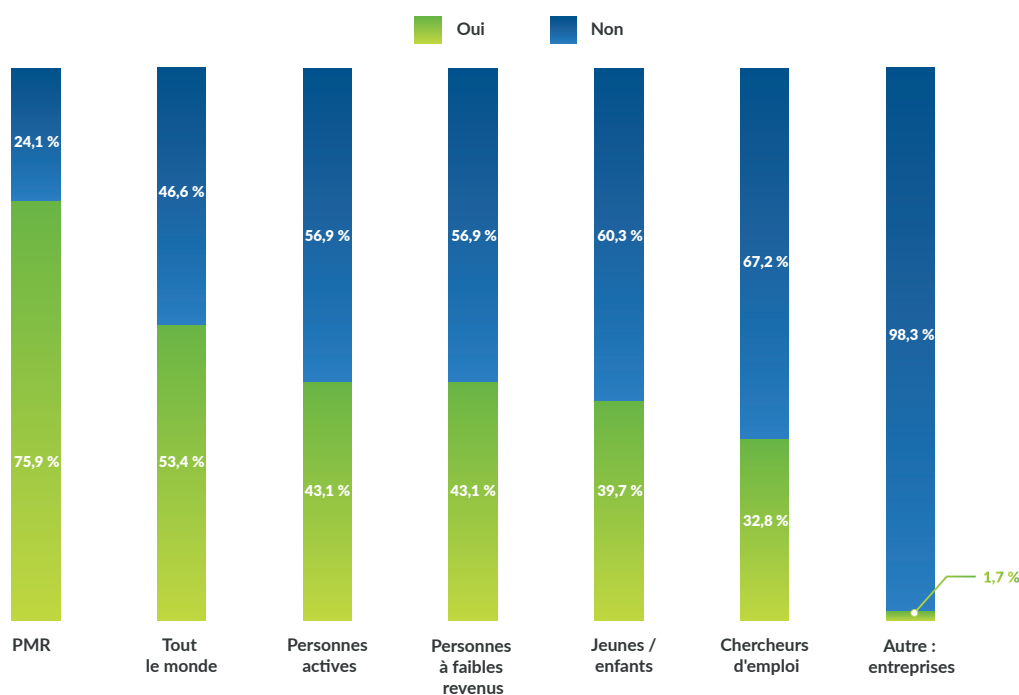
²⁹ Rapport CIVA 2022-2023, « L'expérimentation favorise-t-elle l'ouverture à l'égard de la mobilité autonome ? », chapitre 4, Conseil & Recherche, Paris, p. 188

L'amélioration de la mobilité des habitants des intercommunalités

En ce qui concerne les apports du transport automatisé, le graphique illustre également la perception positive des répondants concernant l'amélioration de la mobilité des habitants par un service de transport automatisé partagé ou collectif. **Les personnes à mobilité réduite (PMR) sont considérées comme celles qui seraient les plus bénéficiaires, avec 75,9 % des élus et agents choisissant ce type de public.** Les réponses indiquent aussi que pour plus de la moitié des personnes interrogées, toute la population pourrait bénéficier d'un système de transport automatisé (53,4 %).

Un troisième type de public pouvant bénéficier de la mobilité automatisée sont les personnes actives et les personnes à faibles revenus, avec **chacun 43,1% des réponses**. Ils sont suivis des jeunes ou des enfants (non véhiculés ou dépendants d'autres personnes pour leurs déplacements), et des chercheurs d'emploi qui sont considérés comme bénéficiaires potentiels de la mobilité automatisée par respectivement 39,7 % et 32,8 % des répondants. Une élue a également mentionné que, dans son intercommunalité, un système de transport automatisé serait bénéfique aux entreprises grâce à l'amélioration de la desserte des zones industrielles et la connexion avec des lieux d'habitation.

Selon vous, un service de transport automatisé partagé ou collectif améliorerait la mobilité de :



Source : CIVA, résultats préliminaires de l'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée, Salon des Maires et des Collectivités Locales, novembre 2023.

Population : 39 départements à partir de 58 élus et agents interrogés.

Lecture : parmi les 58 répondants interrogés, 75,9 % ont déclaré qu'un système de transport automatisé partagé améliorerait la mobilité des personnes à mobilité réduite (PMR).

Les risques de la mobilité automatisée perçus par les intercommunalités

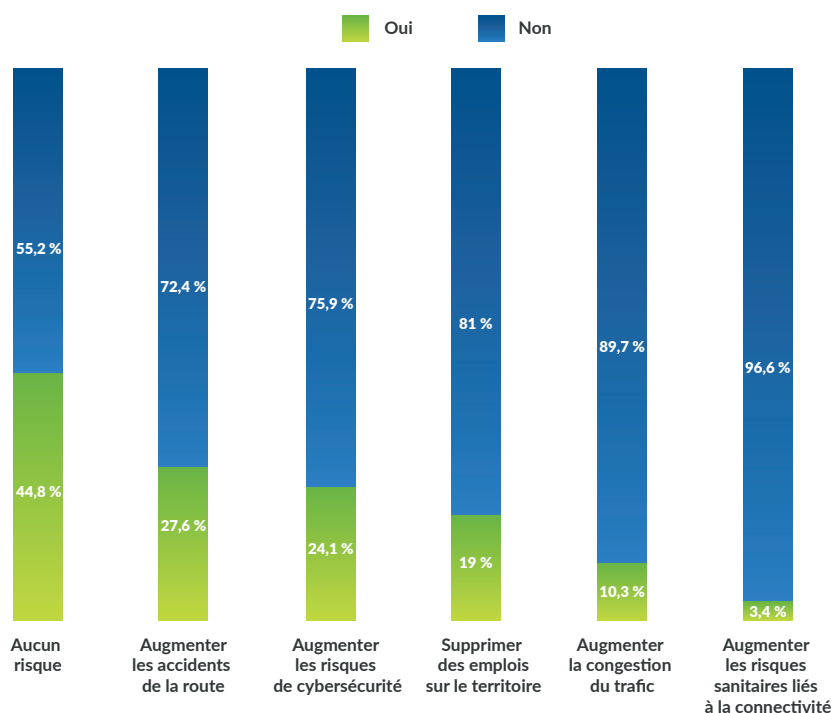
Bien évidemment, certaines appréhensions sont aussi présentes face au potentiel déploiement d'un système de transport sans conducteur. Les réponses obtenues au questionnaire lors du SMCL montrent que la préoccupation la plus significative concerne l'augmentation potentielle des accidents de la route. Parmi les répondants, 27,6 % confirment cette crainte, qui est suivie par les risques perçus en termes de cybersécurité (24,1 %).

Un nombre plus réduit de répondants craint la suppression d'emplois sur le territoire (19 %) et l'augmentation de la congestion du trafic (10,3 %), notamment à cause de la suppression

du poste de chauffeur. Un très faible pourcentage des répondants (3,4 %) signale les risques sanitaires liés à la connectivité, par exemple la présence du réseau 5G sur le territoire, comme un possible enjeu de la mobilité automatisée et connectée.

Cependant, 44,8 % des élus et agents des intercommunalités ne perçoivent aucun risque associé à l'implémentation d'un système de transport sans conducteur. La plupart des risques ne sont évoqués que par un petit nombre de répondants. De plus, les risques mentionnés dans le questionnaire cherchent à mettre en lumière les a priori et les potentiels préjugés des répondants mais ils ne représentent pas nécessairement les risques avérés de ce type de mobilité (par exemple les risques sanitaires liés à la 5G ou le risque d'accidents de la route).

Selon vous, quels seraient les risques d'un système de transport automatisé partagé ou collectif pour votre territoire ?



Source : CIVA, Résultats préliminaires de l'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée, Salon de Maires et des Collectivités Locales, novembre 2023.

Population : 39 départements à partir de 58 élus et agents interrogés.

Lecture : parmi les 58 répondants interrogés, 44,8 % ont déclaré qu'un système de transport automatisé partagé serait sans risques pour le territoire.

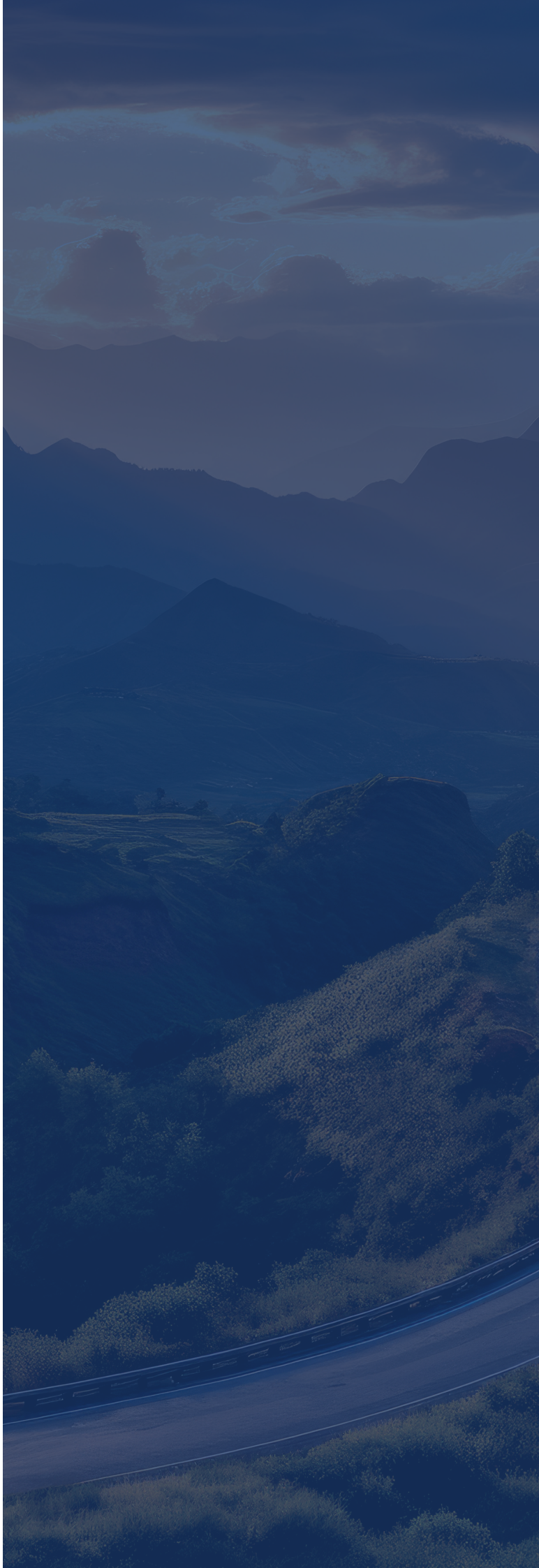
Enseignements des apports et des risques perçus de la mobilité automatisée

Les opportunités et les risques perçus de la mobilité automatisée partagée ou collective, qui ont été évoqués par les élus et les agents lors du SMCL, offrent des pistes de réflexion intéressantes pour le déploiement futur de ce type de service.

Les acteurs locaux manifestent d'abord un intérêt prononcé pour le transport à la demande, considéré comme très pertinent pour améliorer la mobilité dans les zones peu denses et faciliter les déplacements des personnes à mobilité réduite. Cela confirme que, pour la plupart des territoires, le cas d'usage et la demande potentielle du service sont plus importants que le type de véhicule utilisé, qu'il soit automatisé ou non.

Bien qu'il y ait une reconnaissance des avantages potentiels d'un service de transport sans conducteur, notamment pour réduire la pollution ou augmenter l'attractivité économique des territoires et améliorer la mobilité, **il convient de faire preuve de pédagogie sur certains risques pointés par les élus, notamment sur l'augmentation des accidents de la route et les problèmes de cybersécurité.** Pour autant, la majorité des élus et des agents interrogés ne perçoit aucun danger à l'utilisation de la technologie de conduite automatisée.

L'expression de ces inquiétudes souligne toutefois **l'importance d'une communication ciblée et rassurante de la part des autorités compétentes auprès des acteurs locaux en matière de mobilité automatisée.** Il est crucial que les avantages potentiels du transport automatisé soient clairement expliqués et que les ressources disponibles pour la déployer soient connues par tous, tout en assurant un dialogue ouvert sur les défis qui y sont associés.



QUELLES SUITES POUR L'INDEX DE MATURITÉ

DES TERRITOIRES EN 2024 ?

Les travaux amorcés en 2023 par la Communauté sur l'index de maturité des territoires pour le déploiement de la mobilité automatisée ont vocation à se poursuivre. **La réalisation d'une enquête plus large auprès de tous les EPCI est prévue en 2024** pour leur permettre d'auto-évaluer leur niveau de motivation et de préparation à la mise en place de systèmes de transport routiers automatisés partagés ou collectifs tels que des navettes ou des bus sans conducteur.

L'objectif de la CIVA est en effet de fournir un panorama complet et représentatif de la maturité des territoires en France en la matière. Pour ce faire, trois grandes étapes vont rythmer les travaux de la Communauté en 2024.

- 1 La première étape consiste à améliorer et enrichir encore le questionnaire de l'index avant sa diffusion à toutes les intercommunalités françaises.** Les discussions lors du SMCL ont déjà permis d'affiner la formulation des questions proposées pour évaluer la maturité des intercommunalités, les retours se concentrant sur quatre thématiques principales :
 - > l'importance de la qualité et de la maintenance de l'infrastructure intercommunale pour le développement et la mise en place de systèmes de transport routiers automatisés ;
 - > les distinctions entre le « cas d'usage » et la création d'un « nouveau service » pour appréhender les besoins potentiels de l'intercommunalité ;
 - > le rôle crucial de l'information et de la connaissance du cadre réglementaire dans la préparation au déploiement de tels services ;
 - > les diverses ressources nécessaires pour acquérir une compréhension complète de la mobilité routière automatisée partagée ou collective.

Une nouvelle version du questionnaire de l'index a été élaborée à la suite du salon et sera stabilisée début 2024. Cette version finale améliorée reste globalement similaire à celle présentée au SMCL 2023 afin que les résultats préliminaires déjà récoltés puissent nourrir le panorama général de la maturité des territoires français.

- 2 La deuxième étape concerne la passation du questionnaire en contactant les représentants de tous les EPCI pour les inviter à répondre à l'enquête.** Il s'agit d'obtenir des réponses suffisantes d'un échantillon représentatif de la population mère de 1 254 EPCI à fiscalité propre, à la fois par département (France métropolitaine et départements d'outre-mer) et par type d'intercommunalité (communautés de communes, communautés d'agglomération, communautés urbaines et métropoles).
- 3 La troisième étape de l'enquête porte sur l'analyse des résultats récoltés lors de la passation.** Elle vise à dépasser certaines limites méthodologiques rencontrées avec l'échantillon des répondants du SMCL, par exemple sur sa représentativité ou l'identification précise des intercommunalités, et surtout à réaliser des analyses et traitements de données plus poussés permettant de dégager des résultats plus approfondis.

Au-delà de ce panorama général sur le niveau de préparation des intercommunalités, **l'ambition finale de l'index de maturité est surtout d'accompagner les territoires en améliorant la connaissance et la compréhension des acteurs locaux quant aux enjeux et aux opportunités de la mobilité routière automatisée.** Cet outil doit également aider les EPCI les plus intéressés à passer à l'action en réfléchissant aux actions concrètes à mettre en œuvre pour intégrer dans la planification des mobilités et de l'aménagement du territoire les éléments nécessaires au déploiement d'un système de transport automatisé.



LES POINTS À RETENIR :

- 1** Un index de maturité est un instrument permettant d'évaluer la capacité d'un individu, d'une organisation ou d'une institution à adopter une nouvelle technologie. Il y a eu un essor ces dernières années des index visant à évaluer la maturité des pays, des villes et des territoires à déployer des véhicules sans conducteur.
- 2** La Communauté d'intérêt a proposé de construire un index pour évaluer la maturité des territoires en France à déployer la mobilité routière automatisée. Cet outil est une contribution à l'objectif de la stratégie nationale actualisée de renforcer l'accompagnement des acteurs locaux dans le développement de la mobilité routière automatisée et connectée.
- 3** Cet index de maturité a pour but de permettre aux intercommunalités d'auto-évaluer a priori leur niveau de motivation et préparation pour la mise en place de systèmes de transport automatisés partagés ou collectifs tels que des navettes et des bus sans conducteur. Le questionnaire de l'index a été co-construit avec les entreprises membres de la Communauté d'intérêt, les parties prenantes de l'écosystème France Véhicules Autonomes, ainsi que les représentants de l'État et des territoires.
- 4** Une première passation du questionnaire a eu lieu lors du Salon des Maires et des Collectivités Locales (SMCL) en novembre 2023 qui a permis de récolter les réponses d'une soixantaine d'élus et d'agents d'intercommunalités partout en France. Ces résultats préliminaires offrent un aperçu encourageant du niveau de préparation des territoires à la mise en place d'un système de transport automatisé partagé ou collectif. Une majorité des intercommunalités interrogées présente une maturité modérée ou avancée mais il y a une importante hétérogénéité entre les territoires.

CHAPITRE 3

UN MODÈLE HOLISTIQUE POUR DÉPLOYER UN SERVICE DE MOBILITÉ ROUTIÈRE AUTOMATISÉE

La Communauté d'Intérêt du Movin'On sur le Véhicule Automatisé (CIVA) entend innover en proposant un modèle pensé pour un service de transport automatisé, partagé ou collectif, déployé sur route ouverte, en zone périurbaine ou rurale, avec un itinéraire fixe ou un mode de transport à la demande, pour le transport de personnes et de marchandises.

L'objectif de ce chapitre est de présenter un modèle holistique. L'approche holistique, de l'étymologie grecque 'holos', signifiant 'le tout', vise ainsi à apporter une vision à la fois globale et synthétique. En ce sens, nous proposons une perspective transversale et approfondie en considérant un ensemble d'éléments interdépendants influençant la pérennité du service de mobilité automatisée, au-delà de la seule dimension économique. Ce modèle se veut générique et répliquable. Les opérateurs de transport souhaitant déployer un service de transport pourront ainsi s'appuyer sur ce modèle en tenant compte des spécificités locales.

Le modèle holistique est articulé autour de trois grandes composantes. La première composante est l'analyse du macro-environnement du marché de la mobilité automatisée, avec pour objectif d'identifier les grandes tendances politiques, économiques, sociales, technologiques, environnementales et légales, influençant la pérennité du marché. La deuxième composante est une compréhension plus fine de l'écosystème d'affaires autour d'un service de mobilité automatisée, permettant à l'opérateur de mieux appréhender son environnement et les acteurs avec qui il sera amené à collaborer, directement ou indirectement. La troisième composante est la définition du modèle d'affaires d'un opérateur de transport routier automatisé, à travers la conception d'un business model canvas. La définition du modèle d'affaires permet de décrire comment l'opérateur crée, délivre et capte de la valeur, c'est-à-dire comment il fait des affaires.

Le chapitre introduit d'abord l'analyse du macro-environnement du marché de la mobilité automatisée (1), présente ensuite l'écosystème d'affaires d'un service de mobilité automatisée partagé et collectif en zone rurale et périurbaine (2) et finit par la description du modèle d'affaires d'un opérateur (3).

A man in a white short-sleeved shirt, dark tie, and light-colored trousers stands next to a blue autonomous vehicle. He is smiling and looking towards the camera. The vehicle has a large windshield and a side door. The background shows some greenery and a clear sky.

p. 122

PARTIE 1

LE MACRO-ENVIRONNEMENT
DU MARCHÉ DE LA MOBILITÉ
ROUTIÈRE AUTOMATISÉE

p. 134

PARTIE 2

L'ÉCOSYSTÈME D'AFFAIRES D'UN SERVICE
DE MOBILITÉ AUTOMATISÉE

p. 142

PARTIE 3

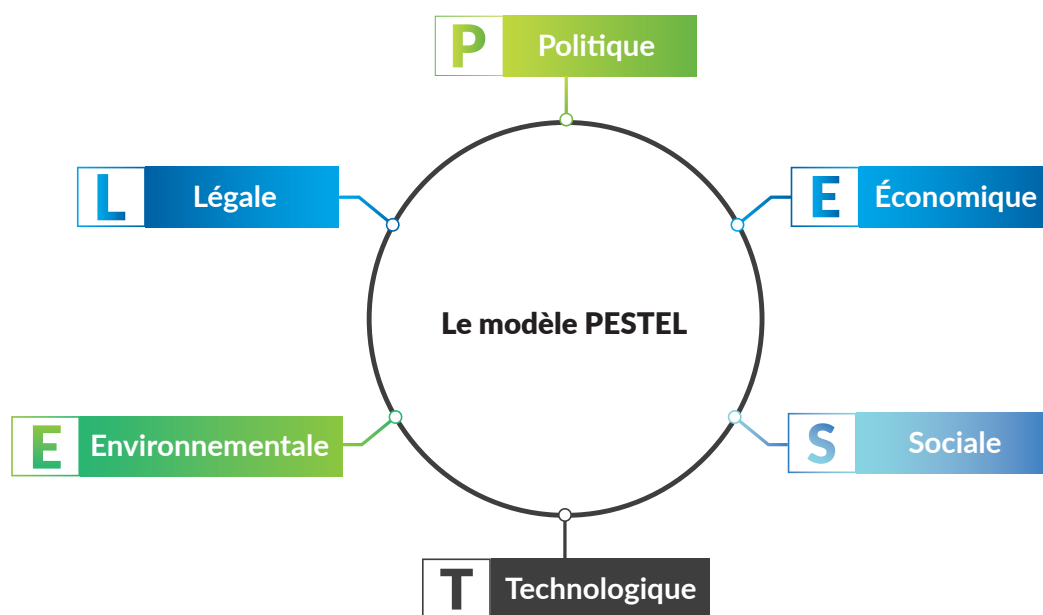
LE MODÈLE D'AFFAIRES D'UN OPÉRATEUR
DE TRANSPORT ROUTIER AUTOMATISÉ

LE MACRO-ENVIRONNEMENT DU MARCHÉ DE LA MOBILITÉ ROUTIÈRE AUTOMATISÉE

Le modèle holistique proposé commence par l'étude du macro-environnement du marché mobilité routière automatisée. Elle est la première étape à effectuer pour toute stratégie d'entreprise selon l'approche conventionnelle, permettant ensuite de définir les opportunités et menaces du marché et les facteurs clés de succès, c'est-à-dire les éléments essentiels à avoir et à savoir pour tout acteur souhaitant s'imposer sur le marché. Pour cette analyse, nous mobilisons l'outil PESTEL¹. Après une courte présentation théorique de l'outil, nous étudions le macro-environnement du marché de la mobilité automatisée.

Le modèle PESTEL pour analyser le macro-environnement d'un marché

La santé du marché du véhicule automatisé et ses perspectives de croissance sont influencées par les grandes tendances politiques (P) – nationales et internationales –, économiques (E), sociales (S), technologiques (T), environnementales (E) et légales (L). Nous étudions chacune de ces tendances de manière approfondie à travers le modèle PESTEL (voir figure ci-dessous). L'objectif est d'évaluer l'impact et les contraintes de chacune des dimensions analysées sur le *business model* d'un opérateur de service de mobilité routière automatisée en France. Cette analyse ne vise pas l'exhaustivité mais plutôt à présenter un panorama des variables clés à retenir pour un opérateur souhaitant déployer un système de transport routier automatisé en France, particulièrement en zone rurale et périurbaine.



Le modèle PESTEL (Garrette et al., 2019)

¹ GARRETTE, Bernard et al., 2019, « Chapitre 1 : Analyser l'industrie ». In, Strategor, Dunod, 8e Edition, Malakoff

L'analyse du marché de la mobilité routière automatisée

Dimension politique

Le sujet de la mobilité routière automatisée est suivi avec attention par les autorités publiques. Ces dernières peuvent ainsi favoriser, ou au contraire entraver, le développement de ce secteur émergent. Nous détaillons les orientations politiques aux niveaux européens et français pour comprendre le cadre macroéconomique dans lequel un opérateur de transport peut agir.

Au niveau européen, comme déjà évoqué dans le chapitre 1 (cf. p. 48-50), la Commission européenne soutient les initiatives en faveur du développement du marché des véhicules automatisés. Elle a réaffirmé son attention pour le sujet en décembre 2020 à l'occasion de la présentation de la nouvelle **stratégie pour une mobilité durable et intelligente**² de l'Union européenne. La Commission a affiché son ambition de déployer la mobilité automatisée à grande échelle en Europe à l'horizon 2030. Elle met en avant les opportunités offertes par l'émergence de systèmes et de services de mobilité connectée, coopérative et automatisée³ (CCAM). En juin 2021, le partenariat européen CCAM a été créé pour soutenir les projets innovants dans ce domaine. Ce partenariat réunit la Commission européenne et une association du même nom, regroupant plus de 180 acteurs publics et privés européens. Par ailleurs, la Commission européenne travaille sur des feuilles de route avec les acteurs terrain et sur l'élaboration d'une législation pour harmoniser les pratiques et la réglementation des différents pays au niveau de l'UE⁴.

Au niveau français, la stratégie nationale pilotée par Anne-Marie Idrac, avec l'appui de la DGITM (Direction Générale des Infrastructures, des Transports et des Mobilités) du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, vise à encourager les initiatives sur la mobilité routière automatisée et connectée. Cette stratégie répond aux évolutions du contexte et des enjeux de la mobilité automatisée au niveau national et international et a connu sa dernière actualisation fin 2022. Cette nouvelle actualisation de la stratégie nationale a pour objectif de confirmer la place de leader de la France en matière d'innovation, de développer les services de mobilité automatisée et connectée et de déployer les cas d'usages les plus adaptés et pertinents⁵.

² Commission Européenne, décembre 2020, « Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, Stratégie de mobilité durable et intelligente – mettre les transports européens sur la voie de l'avenir » [en ligne], <https://urlz.fr/p0JT>.

³ Voir <https://www.ccam.eu/#>

⁴ Commission Européenne, 07/06/2022, « Mobilité connectée et automatisée » [en ligne], <https://urlz.fr/p6sl>

⁵ Gouvernement, janvier 2023, Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée [en ligne], p. 3, <https://urlr.me/F7Xf2>

Le gouvernement cible ainsi un objectif de 100 à 500 nouveaux services de transports automatisés de voyageurs sans opérateur à bord d'ici 2030. D'autres stratégies connexes viennent renforcer ces orientations politiques, comme la **stratégie d'accélération digitalisation et décarbonation des mobilités**, portée par le secrétariat général pour l'investissement (SGPI) avec une enveloppe de 570 millions d'euros, visant à atteindre des « objectifs de transition écologique, de compétitivité économique, de cohésion des territoires, de souveraineté et de résilience »⁶. Dans le cadre de cette stratégie, le secrétariat général pour l'investissement a lancé le programme **France 2030**, en partenariat avec Bpifrance et l'Ademe pour transformer les secteurs-clés de l'économie française par l'innovation, dont « le développement des technologies et systèmes de transport routier automatisés » avec un budget de 54 milliards d'euros d'ici 2030⁷.

Dimension économique

La dimension économique vise à analyser les tendances macro-environnementales. Cela permet à un opérateur de transport de mieux se repérer dans ce marché et de comprendre les grandes tendances pouvant impacter directement et indirectement son modèle d'affaires.

Le marché mondial de la mobilité routière automatisée connaît une forte croissance à travers le monde. Il est estimé entre 42⁸ et

105⁹ milliards de dollars en 2022, avec une prédiction de croissance comprise entre 21,9 % et 24,9 % / an jusqu'en 2030. Le marché est dominé par la construction et la vente des véhicules automatisés individuels, représentant plus de 70 % des parts du marché en 2022.

Aujourd'hui, comme l'a démontré le benchmark réalisé par la CIVA en 2022, le marché de la mobilité automatisée partagée est principalement mature dans trois grandes régions du monde : la Chine, les États-Unis, et l'Europe. Aux États-Unis et en Chine, ce sont les déploiements des robots-taxis qui occupent une place prépondérante. En Chine, cinq acteurs dominent le marché : Apollo Go, AutoX, Didi, Pony.ai, et WeRide.ai. Aux États-Unis, Waymo, filiale de Google, et Cruise, filiale de General Motors, occupent les positions dominantes¹⁰. En Europe, les déploiements se concentrent sur les navettes et les bus automatisés pour le transport public. Ce sont les constructeurs français EasyMile, Gama et Milla qui dominent le marché sur le vieux continent.

Face à cette croissance du marché à prévoir, l'offre devra répondre à la hausse de la demande (à noter que la demande de mobilité en France devrait doubler d'ici 2050¹¹). Autrement dit, les acteurs français et européens devront anticiper cette hausse de la demande s'ils souhaitent garder les parts de marché dans les pays européens et limiter l'arrivée des concurrents chinois et américains sur le continent¹².

⁶ Secrétariat général pour l'investissement, octobre 2021. « Stratégie digitalisation et décarbonation des mobilités » [en ligne], <https://urlz.fr/p6sl>

⁷ Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, ministère de la transition énergétique, décembre 2023. « Transport routier automatisé et connecté : ressources pour les territoires » [en ligne], <https://urlz.fr/p0IY>

⁸ Grand View Research, December 2023, Autonomous Vehicle Market Size, Share & Trends Analysis Report By Vehicle Type, By Level of Autonomy, By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2023 – 2030, <https://urlr.me/QmnKt>

⁹ Next Move Strategy Consulting, January 2023, Autonomous Vehicle Market by Type, by Propulsion Type, by Mobility, and by Component – Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2023-2030, <https://urlr.me/v3HT5>

¹⁰ CIVA, « État des lieux des déploiements de robots-taxis aux États-Unis et Chine » [Note de synthèse], septembre 2023.

¹¹ DICHARRY Elsa, 28/11/2019, « Les Français utilisent toujours plus les transports en commun », Les Echos [en ligne], <https://urlz.fr/p6td>;

¹² CIVA, « Compte rendu de la rencontre des CEOs », 25 octobre 2023.

Dimension sociale

La dimension sociale vise à analyser les variables sociologiques et démographiques pouvant impacter le développement du secteur de la mobilité routière automatisée.

Si l'intérêt était davantage focalisé au départ sur le volet technologique du véhicule automatisé, la dimension sociale est plus que jamais au cœur des enjeux concernant le passage à l'échelle de services de mobilité automatisée. Plusieurs variables influencent ce déploiement en France :

- > **les modes de transport privilégiés des Français** : les Français privilégient encore la voiture, représentant 84 % du transport de voyageurs-kilomètres (un voyageur sur un kilomètre) en 2021, tandis que le transport en bus et en autocar ne représente que 5 % des voyageurs-kilomètres¹³ ;
- > **la répartition géographique de la population** : les personnes vivant en zone périurbaine et rurale représentaient 40 % de la population française en 2017¹⁴ ;
- > **l'inclusivité des modes de transport** : il existe encore de nombreuses zones blanches de mobilités en France, et plus spécifiquement en milieu rural et périurbain. D'ailleurs, en 2020, 59 % des Français vivant dans des communes isolées perçoivent un recul de l'accès aux services publics lors des cinq dernières années¹⁵ ;

¹³ Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des territoires, mars 2023, « Chiffres clés des transports – Édition 2023 », [en ligne], <https://urlz.fr/p6tm>

¹⁴ Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, octobre 2017, « Mobilités et transports : quelles priorités ? », [en ligne], <https://urlz.fr/p6tD>

¹⁵ OBSOCO & CHRONOS, février 2020. « Observatoire des usages et représentations des territoires », réalisé avec le soutien de l'ADEME, la Banque des Territoires, Bouygues Construction et le Groupe La Poste.





- > **la volonté de réduire l'empreinte carbone lié au transport** : les Français plébiscitent les transports en commun pour leur côté pratique (46 %), mais ils sont aussi de plus en plus nombreux (17 % en 2019, contre 14 % en 2018) à relever leur intérêt environnemental¹⁶. D'ailleurs, l'enquête d'acceptabilité menée par la CIVA en 2022 auprès des habitants de deux départements ruraux montre que l'enjeu écologique est le premier facteur de changement des pratiques de mobilité ;
- > **le besoin ressenti d'améliorer le transport public** : « 89 % des Français jugent nécessaire de développer les transports publics »¹⁷. De plus, pour qu'ils utilisent davantage ce mode de transport, ils réclament plus de fréquences, une plus grande étendue dans la desserte des territoires, et des plages horaires plus élargies ;
- > **l'acceptabilité concernant la mobilité automatisée de la part des habitants** : la perception du public à l'égard de la technologie de conduite automatisée est essentielle. L'acceptabilité sociale peut être influencée par des facteurs tels que la confiance dans la technologie, les préoccupations en matière de sécurité,

la crainte de la perte d'emploi ou encore l'impact écologique favorable que peut avoir ce mode de transport. Ainsi, trois Français sur dix seraient prêts à utiliser régulièrement un véhicule automatisé¹⁸ ;

- > **l'acceptabilité concernant la mobilité automatisée de la part des élus locaux** : 64 % des élus locaux interrogés lors d'une enquête menée par la CIVA en 2021 se sont dit intéressés par les solutions de mobilité automatisée pour répondre aux besoins de mobilité des publics modestes, des jeunes et des personnes à mobilité réduite (personnes âgées et handicapées)¹⁹.

Dimension technologique

La dimension technologique a été le centre d'attention lors de l'émergence du secteur de la mobilité routière automatisée. Des développements majeurs se sont produits ces dernières années et de nouvelles évolutions des technologies (capteurs, équipements, systèmes de communication etc.) sont encore à venir, par exemple pour améliorer le contournement d'obstacles.

¹⁶ DICHARRY Elsa, 28/11/2019, « Les Français utilisent toujours plus les transports en commun », Les Echos [en ligne], [https:// urlz.fr/ p6td](https://urlz.fr/p6td).

¹⁷ Banque des territoires, novembre 2021, « Observatoire de la mobilité 2021 », [en ligne], <https://urlz.fr/p6u3>

¹⁸ Ministère chargé des transports, 2023, « Acceptabilité du véhicule automatisé : éléments de méthode », [en ligne], VEDECOM, [https:// urlz.fr/p6u8](https://urlz.fr/p6u8)

¹⁹ Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, *La mobilité autonome, à la recherche des territoires*, Rapport 2021 / 2022, Conseil & Recherche, Paris.



Il existe une classification de six niveaux d'automatisation de la conduite, élaborée par la SAE (*Society of Automotive Engineers*)²⁰ :

- > niveau 0 : aucune automatisation ;
- > niveau 1 : assistance au conducteur ;
- > niveau 2 : automatisation partielle ;
- > niveau 3 : automatisation conditionnelle ;
- > niveau 4 : automatisation élevée ;
- > niveau 5 : automatisation totale.

Si de nombreuses expérimentations ont été menées avec des véhicules automatisés de niveau 3, des avancées significatives ont été réalisées pour aller vers un fonctionnement des véhicules automatisés de niveau 4 sans opérateur à bord. Pour autant, la technologie doit encore se développer, notamment pour atteindre des vitesses plus élevées et des systèmes de sécurité plus exigeants. La plupart des navettes automatisées roulent en dessous de 30 km/heure, même si leur vitesse théorique est d'environ 70 km/heure²¹.

Si nous ne pouvons pas citer toutes les innovations technologiques, étant donné les avancées rapides du secteur, nous pouvons

donner quelques exemples. C'est le cas du Lidar, système de détection au laser permettant au véhicule automatisé de se repérer dans son environnement en temps réel avec une grande précision. Cela permet notamment de détecter les obstacles (véhicules, piétons, obstacles divers). D'autres avancées concernant les interfaces homme-machine (IHM) pour la **remontée et le partage d'informations**, notamment avec les autres usagers de la route, améliorant considérablement la sécurité. De même, il y a eu des progrès en termes de capteurs embarqués : caméras haute résolution, radars, odomètres, offrant des données complémentaires pour évaluer et anticiper les situations. Enfin, le développement de **l'intelligence artificielle** joue un rôle important dans celui de la conduite automatisée, comme avec le *deep learning*, permettant aux véhicules « d'apprendre et de s'adapter en temps réel à des situations imprévues »²².

Par ailleurs, les innovations portent également sur les moteurs. Si aucune réglementation n'impose **les moteurs électriques** pour les véhicules automatisés, cela est néanmoins la norme. Des avancées majeures voient le jour sur ce point concernant la performance des moteurs (puissance du moteur, autonomie de

²⁰ SAE, 03/05/2021, « Levels of Driving Automation Refined for Clarity and International Audience », <https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update>.

²¹ DAILY AUTO, septembre 2023. « Les évolutions technologiques de la conduite autonome : les nouveautés des tests en cours et les perspectives de mobilité sans conducteur » [en ligne], <https://urlz.fr/p6ue>

²² CCAM, Rapport SHOW, D2.1 : Benchmarking of existing business / operating models & best practices, 2022.



la batterie, temps de rechargement, coût des moteurs, etc.). De même, il est envisageable de voir émerger des véhicules automatisés à **moteur à hydrogène**, toujours dans le but de réduire l'empreinte carbone liée à la mobilité²³.

Dimension environnementale

Le transport est l'une des activités humaines qui émet le plus de CO₂ dans l'atmosphère et donc qui génère le plus d'impact écologique. En 2018, le transport représentait 24 % des émissions mondiales de CO₂ (30 % en France, soit le premier secteur émetteur, dont 53 % liés à l'utilisation des voitures particulières²⁴) et ces dernières pourraient augmenter de 60 % d'ici 2050 si aucune mesure n'est prise. Plus particulièrement, le transport routier (passager et fret) représente les ¾ des émissions de CO₂²⁵. Les véhicules autonomes pourraient alors inverser la tendance, si, et seulement si, le marché s'oriente vers des solutions de mobilité collective avec des navettes portées par les acteurs publics, plutôt que de s'orienter vers des modèles de voitures automatisées à usage privé ou des systèmes de robots-taxis. De fait, les deux dernières solutions citées pourraient être très énergivores, demanderaient d'extraire davantage de ressources naturelles pour la production des véhicules et risqueraient d'accroître l'étalement urbain. Au contraire, les véhicules automatisés collectifs pourraient favoriser l'utilisation des transports publics, réduisant ainsi l'usage de la voiture, et favoriser le transport à moteur électrique plutôt qu'à moteur thermique (les navettes automatisées étant majoritairement électriques), permettant alors de réduire les émissions de CO₂²⁶.

En plus de la pollution atmosphérique, l'industrie du transport génère de la pollution sonore, notamment à cause des moteurs thermiques, et visuelle, avec l'encombrement des routes. En somme, l'enjeu principal en matière d'écologie est de diminuer les émissions de CO₂ et les autres externalités négatives citées ci-dessus, notamment en réduisant l'utilisation des voitures à usage privé et en réduisant l'utilisation de véhicules à moteur thermique. En conséquence, les opérateurs ont intérêt à s'orienter vers des services de mobilité automatisée collectifs.



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



²³ Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, mars 2023, « Chiffres clés des transports – Edition 2023 », *op. cit.*, p. 6.

²⁴ Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, mars 2023, « Chiffres clés des transports – Edition 2023 », *op. cit.*, p. 6.

²⁵ PLANETE ENERGIES, mars 2020. « Transports mondiaux : émissions de CO₂ en hausse » [en ligne], <https://urlz.fr/p6uq>

²⁶ 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.



Dimension légale

La dimension légale renvoie au cadre juridique contraignant le développement du marché de la mobilité routière automatisée. Cela concerne plusieurs thématiques : homologation des véhicules et des infrastructures, responsabilité civile et pénale en cas d'incident, gestion et protection des données, compétences légales concernant la mobilité, etc. La réglementation est faite au niveau international, européen, et national. Concernant l'homologation des véhicules, l'ONU définit les règles de circulation et la réglementation technique au niveau international. Par exemple, le règlement sur les systèmes automatisés de maintien dans la voie (*Automated Lane Keeping Systems – ALKS*) adopté au printemps 2020 autorise l'homologation et la circulation des véhicules automatisés de niveau 3 roulant sur autoroute ou voie séparée jusqu'à 60 km/h²⁷. Si chaque pays a sa propre législation, des progrès sont réalisés, au sein de l'Union européenne, pour harmoniser ce cadre juridique. A noter que la France a aujourd'hui le cadre juridique

« le plus complet à l'échelle des pays du G7 pour la circulation de véhicules à délégation de conduite, jusqu'aux niveaux d'automatisation sans conducteur à bord »²⁸. Le décret n° 2021-873 du 29 juin 2021 précise les conditions de mise en place d'un service commercial, au-delà du cadre expérimental²⁹. Au niveau européen, le règlement du 5 août 2022 définit l'homologation des véhicules entièrement automatisés³⁰.

En France, le cadre réglementaire pour le déploiement des véhicules et des systèmes de transports routiers automatisés (STRA) repose sur le décret n° 2021-873 du 29 juin 2021. Il découle de loi d'orientation des mobilités (LOM) qui définit le cadre juridique permanent pour la circulation sur la voie publique de véhicules automatisés, et de l'ordonnance du 14 avril 2021 qui précise leurs conditions de circulation et le régime de responsabilité associé. Le décret du 29 juin 2021 définit notamment les règles et les procédures pour l'homologation et la démonstration de sécurité des systèmes de transports routiers automatisés.

²⁷ Rapport SHOW, D2.1: Benchmarking of existing business / operating models & best practices, 2022.

²⁸ Gouvernement, Développement des mobilités routières automatisées et connectées : État des lieux, enjeux et actions pour la stratégie nationale, 2022, <https://urlz.fr/p94E>

²⁹ STRMTG, septembre 2022. Le cadre réglementaire français sur les systèmes de transports routier automatisés (STRA est publié), [en ligne], <https://urlz.fr/p6uE>

³⁰ Union Européenne, 26/08/2022, Règlement d'exécution (UE) 2022/1426 de la commission du 5 août 2022. Journal officiel de l'Union européenne, Publications Office (europa.eu).



Il précise également la responsabilité pénale en cas d'incident ou accident d'un véhicule automatisé qui concerne le constructeur pour un véhicule individuel et l'organisateur du service ou l'exploitant pour un STRA. Concernant la responsabilité civile, le cadre légal en vigueur, qui impose de réparer le préjudice causé à autrui en cas d'accident, s'applique sans difficulté aux véhicules automatisés. Ces derniers, en tant que véhicules terrestres à moteur, rentrent en effet dans le champ d'application de la loi Badinter de 1985 et sont soumis à la même obligation d'assurance que les véhicules conventionnels.

Par ailleurs, il faut rappeler que le cadre juridique des expérimentations de véhicules automatisés repose sur la loi PACTE³¹. Elle prévoit que c'est le titulaire de l'autorisation d'expérimentation qui est tenu civilement et pénalement responsable en cas d'accident lorsque le système de délégation de conduite est activé. Le conducteur, situé à l'intérieur du véhicule ou le supervisant à distance, demeure quant à lui responsable dans les autres cas, notamment à l'issue d'un délai de reprise de contrôle du véhicule précisé par l'autorisation d'expérimentation.

Concernant enfin la gestion et le traitement des données produites par les véhicules automatisés, elles sont soumises au cadre réglementaire en vigueur, à savoir la loi dite « Informatique et libertés » en France et le règlement général sur la protection des données personnelles (RGPD) à l'échelle européenne. Afin d'explicitier ce cadre et sa mise en œuvre, la CNIL a élaboré un pack de conformité sur les véhicules connectés et les données personnelles qui s'applique aussi aux véhicules automatisés depuis le 25 mai 2018. depuis le 25 mai 2018³².

En conclusion de cette partie, l'analyse du macro-environnement avec une perspective pluridimensionnelle est essentielle pour comprendre les grandes tendances actuelles, influençant ou contraignant le développement du marché de la mobilité routière automatisée. Ces tendances sont résumées dans le tableau ci-dessous. Il s'agit pour l'opérateur de transport d'en prendre connaissance pour mieux appréhender les enjeux et les tensions qui s'exerceront lors du déploiement du service et tout au long de son activité. Après cette analyse macro de l'environnement, nous allons faire une analyse micro en délimitant l'écosystème d'affaires d'un service de mobilité routière automatisée.

³¹ Ministère chargé des transports, février 2023, Véhicule et systèmes de transports routiers automatisés : principales définitions réglementaires, [en ligne], <https://urlz.fr/p6uH>

³² Ministère de la Transition écologique, 2021, 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. Journal officiel de la République française, 1er juillet 2021, <https://urlz.fr/p6uK>

Les tendances macro-environnementales du marché de la mobilité routière automatisée



POLITIQUE

- > **Stratégie nationale portée par la DGITM** : encourage les déploiements d'expérimentations et de services de mobilité routière automatisée et connectée
- > **Stratégie d'accélération de la digitalisation et de la décarbonation des mobilités** portée par le SGPI
- > **France 2030** : transformer les secteurs clés de l'économie française
- > **Stratégie européenne sur la mobilité durable et intelligente** : encourage le CCAM et finance des projets d'expérimentations



ÉCONOMIQUE

- > **Marché mondial** : entre 42 et 105 milliards de dollars en 2022
- > **Croissance du marché estimée jusqu'en 2030** : entre 21,9 % et 24,9 % par an
- > **Marchés les plus développés** : États-Unis, Chine, Europe
- > **Déploiement de robots-taxis aux États-Unis et en Chine**
- > **Déploiement de navettes automatisées en Europe, principaux constructeurs (EasyMile, Gama, Milla)**



SOCIALE

- > **La voiture reste le mode de transport privilégié par les Français**, mais l'utilisation des transports en commun est en hausse
- > **Zones blanches de mobilité en France**, surtout en zone rurale
- > **Volonté de changer de pratiques de mobilité** pour des raisons principalement écologiques
- > **Forte acceptabilité des élus locaux et des habitants** envers la mobilité automatisée partagée et collective



TECHNOLOGIQUE

- > **Avancées technologiques sur l'automatisation de la conduite** : lidar, capteurs embarqués, intelligence artificielle (*deep learning*...)
- > **Avancées sur les véhicules automatisés de niveau 4**
- > **Autres avancées** : moteurs électriques, moteurs à hydrogène



ENVIRONNEMENTALE

- > **Secteur du transport** : 1^{er} secteur émetteur de CO₂ en France (30 %)
- > **Transport routier** : 75 % des émissions du transport
- > **Le transport automatisé le moins polluant** : navettes collectives
- > **Avantage du véhicule automatisé collectif** : désencombrement des routes, moteurs électriques moins polluants et moins bruyants



LÉGALE

- > **Homologation et démonstration de sécurité des véhicules et des STRA**
- > **Responsabilité civile et pénale**
- > **Gestion et protection des données personnelles**
- > **Cadre juridique** pour les expérimentations (loi Pacte) et le déploiement permanent (LOM)



◆ L'ÉCOSYSTÈME D'AFFAIRES D'UN SERVICE DE MOBILITÉ AUTOMATISÉE

Le véhicule automatisé a émergé de la convergence d'une diversité d'acteurs issus de différents secteurs : automobile, assurance, informatique, télécommunications, etc. L'analyse sectorielle (ensemble de firmes qui fabriquent des produits étroitement substituables), industrielle (ensemble d'entreprises offrant des produits ou des services qui satisfont les mêmes types de besoins des consommateurs) ou de la filière (ensemble des activités aboutissant à la mise à disposition d'un bien ou service au consommateur final) semble donc caduque³³. De même, il est nécessaire de **dépasser l'approche linéaire de la chaîne de valeur (du fournisseur au client), compte tenu de la multiplication des liens entre ses différents acteurs et de l'intégration de nouveaux entrants dans le processus de cocréation de valeur**, faisant émerger un nouvel espace stratégique complexe. En somme, l'approche holistique est plus pertinente pour appréhender la complexité des relations entre une diversité d'acteurs avec lesquels un opérateur d'un service de mobilité automatisée, doit collaborer.

L'approche conceptuelle de l'écosystème d'affaires

Définition et caractéristiques d'un écosystème d'affaires

Dans l'objectif d'améliorer notre compréhension de l'ensemble des acteurs contribuant à la mise en service d'un service de mobilité automatisée, nous mobilisons le concept d'écosystème d'affaires. Introduit par J. Moore au début des années 1990, il faisait ainsi référence aux écosystèmes biologiques. Ce concept décrit les liens et les interactions entre des organisations dans l'objectif d'innover et de créer de la valeur partagée pour ses membres³⁴. Ces organisations se reconnaissent mutuellement et agissent volontairement ensemble autour d'une architecture de valeur spécifique à cet écosystème, orientée vers une proposition de valeur pour des clients³⁵.

Par conséquent, tandis que l'analyse du macro-environnement traduit un ensemble de tendances et de variables contraignant l'activité d'un opérateur de véhicules automatisés, **l'écosystème d'affaires renvoie à la manière dont il s'en empare pour développer son activité en collaborant avec un ensemble d'acteurs aux ressources et compétences complémentaires.**

Les écosystèmes d'affaires ont plusieurs caractéristiques communes³⁶, auxquelles nous pouvons nous référer pour envisager le déploiement par un opérateur d'un service de mobilité routière automatisée. La première caractéristique est l'hétérogénéité des acteurs au sein de cet écosystème. De fait, ils

³³ DAIDJ, Nabyla, 2011, « Les écosystèmes d'affaires : une nouvelle forme d'organisation en réseau ? », *Management & Avenir*, 2011/6, (46), p. 105-130.

³⁴ MOORE, James F., 1993, « Predators and prey: A new ecology of competition », *Harvard Business Review*, 1993, 71(3), p. 75-86.

³⁵ MOORE James F, 1996, *The Death of Competition: Leadership & Strategy in the Age of Business Ecosystems*. New York, Harper Business, 1996.

³⁶ DAIDJ, Nabyla, 2011, « Les écosystèmes d'affaires : une nouvelle forme d'organisation en réseau ? », op. cit. p.134.

peuvent être des entreprises, des pouvoirs publics, des associations, des individus, etc. Par ailleurs, ces acteurs peuvent provenir de différents secteurs d'activités, comme nous l'avons évoqué précédemment. La notion de secteur ou d'industrie devient ainsi caduque lorsqu'on parle d'écosystème d'affaires. Une autre caractéristique est l'émergence naturelle d'un leader, ou firme-pivot, pouvant d'ailleurs changer à travers le temps. Ce leader est un chef d'orchestre ayant pour objectif de coordonner un ensemble d'acteurs autour d'objectifs communs et d'éviter tout comportement opportuniste au détriment des intérêts du groupe. Il doit ainsi

développer de fortes compétences relationnelles et des compétences de visionnaire pour porter une intention stratégique claire et partagée par tous. Enfin, **un écosystème d'affaires peut être assimilé à une communauté de destin stratégique**. Les acteurs sont, en ce sens, liés les uns aux autres, devant alors tenir compte de leurs évolutions respectives. Les logiques collectives sont donc à prioriser par rapport aux logiques individualistes si l'écosystème a l'intention de perdurer.



Dé gauche à droite : B. Beudet - beti, N. Marescaux - Macif, B. Mourey - Gama, W. Levassor - beti, H. Bréau - Vinci Construction



Les dimensions à prendre en compte pour évaluer la performance d'un écosystème d'affaires

Pour élaborer un écosystème d'affaires pérenne, nous devons porter une attention particulière à trois dimensions³⁷. Le premier élément à prendre en compte est la **structure de l'écosystème**. Il s'agit de comprendre les interactions et les rôles des acteurs en se focalisant non pas sur le développement d'une industrie ou d'une technologie, mais plutôt sur la performance d'un modèle d'affaires que nous exposons en troisième partie de ce chapitre.

Le deuxième élément à prendre en compte est l'**allocation et le partage des ressources entre ces acteurs**. Un écosystème pérenne sait mobiliser les ressources dont il dispose de manière efficiente, qu'elles soient financières, humaines, matérielles et immatérielles. L'écosystème doit également savoir s'appuyer sur des compétences locales et sur des compétences globales³⁸.

Enfin, le troisième élément à prendre en compte est la **gouvernance de l'écosystème d'affaires**. Les mécanismes de gouvernance doivent favoriser une coordination multilatérale des acteurs, en les guidant vers des actions concertées et non isolées. Il n'y a donc ni hiérarchie, ni

acteur central de gouvernance. Les mécanismes de gouvernance doivent aussi contribuer à l'adhésion et l'engagement de l'ensemble des acteurs autour d'objectifs à long terme. De fait, d'après la littérature sur la gouvernance collective, les objectifs à court terme sont en inadéquation avec les bénéfices communs de la communauté d'acteurs et engendrent des baisses de motivation à travailler en collectif. En ce sens, les acteurs ont besoin de se rattacher à une vision à long terme sur des objectifs dépassant les intérêts de chacun. En lien avec ce dernier point, si l'écosystème d'affaires a pour objectif de répondre à un bien commun (être au service de la cocréation de valeur), cela ne doit pas se soustraire aux intérêts individuels, condition nécessaire pour garder l'adhésion de chacun.

Dans ces conditions, **il convient d'étudier la structure, l'allocation des ressources, et les mécanismes de gouvernance d'un écosystème d'affaires** sur un service de mobilité automatisée, collectif et partagé.

³⁷ CAO, Zhe, SHI, Xianwei, 2021, « A systematic literature review of entrepreneurial ecosystems in advanced and emerging economies », *Small Business Economics*, 2021, vol. 57, p. 75-110.

³⁸ COBBEN, Dieudonnee et al., 2022. « Ecosystem types: A systematic review on boundaries and goals », *Journal of Business Research*, 2022, vol. 142, p. 138-164.

L'écosystème d'affaires d'un service de mobilité routière automatisée

Nous identifions l'ensemble des acteurs pouvant intégrer l'écosystème d'affaires d'un service de mobilité routière automatisée dans le cadre du régime permanent défini par la LOM. Nous nous fondons principalement sur les rapports des projets européens SHOW et AVENUE, et des projets SAM et ENA, ainsi que sur les productions de la CIVA. **L'écosystème d'affaires permet aux acteurs de se partager différentes fonctions essentielles pour assurer le fonctionnement du service :**

- > exploitation du service de mobilité automatisée ;
- > gouvernance des mobilités sur les territoires ;
- > homologation et démonstration de sécurité ;
- > accompagnement et ingénierie ;
- > aménagement du territoire et des infrastructures ;
- > détention des ressources matérielles et immatérielles ;
- > financement ;
- > assurance ;
- > partage de connaissances.

Nous présentons ainsi les acteurs principaux détenant chacune de ces fonctions.

Exploitation du service de mobilité automatisée

Tout d'abord, nous considérons **l'opérateur de transport** comme la **firme-pivot** de l'écosystème d'affaires, autour de laquelle gravitent d'autres acteurs dans le but de cocréer l'offre de service de mobilité. Son rôle est de gérer le service de mobilité automatisée sur le territoire dans lequel il est implanté. Nous développons ce point dans la troisième partie de ce chapitre en définissant son modèle d'affaires.

Gouvernance des mobilités sur les territoires

Comme nous l'avons vu dans l'analyse du macro-environnement, les tendances politiques et légales exercent une influence significative concernant le déploiement de services de mobilité automatisée sur le territoire français. Il est donc important que l'opérateur comprenne les enjeux et identifie les acteurs clés, en particulier **les autorités organisatrices de mobilités (AOM)**.

Les AOM sont chargées de l'organisation des systèmes de transports et des nouveaux services de mobilité sur leur territoire, notamment du développement des modes de déplacement terrestres non motorisés (marche, vélo) et des usages partagés des véhicules terrestres à moteur (covoiturage, autopartage), ainsi que des mobilités solidaires et intelligentes. À cet égard, elles sont les commanditaires des services de mobilité automatisée. Depuis la LOM, **les EPCI (établissements publics de coopération intercommunale) et les régions sont les AOM**.

Les départements et les communes contribuent également à la gouvernance des mobilités en participant au comité des partenaires instauré par l'AOM locale ou régionale pour coordonner et adapter l'offre de services aux besoins sur le bassin de mobilité. Par ailleurs, les départements et les communes jouent un rôle important pour la régulation des mobilités dans les territoires à travers l'exercice d'autres compétences en matière de gestion de la voirie, d'action sociale, d'urbanisme ou encore d'ordre public. En somme, les élus locaux sont la pierre angulaire pour le déploiement et le passage à l'échelle de la mobilité routière automatisée dans les territoires.

Homologation et démonstration de sécurité

Pour que soit déployé un service de mobilité automatisée dans le cadre du régime permanent défini dans la LOM, **les systèmes de transports routiers automatisés (STRA) doivent faire l'objet d'une homologation et de démonstrations de sécurité.** Cela comprend l'homologation des véhicules, des infrastructures, des équipements et des centres de supervision (systèmes techniques STRA) permettant d'intervenir à distance tout en assurant la sécurité, l'exploitation, la maintenance sur les zones / parcours prédéfinis. Les homologations sont données par **les organismes qualifiés agréés (OQA)** tels que l'UTAC ou le STRMTG (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés). Ces derniers décident de la mise en service et font un suivi tout au long de l'exploitation des systèmes³⁹.

Accompagnement et ingénierie

D'autres acteurs peuvent également faire partie de l'écosystème, en particulier **en soutien aux EPCI souhaitant déployer un service de mobilité automatisée sur leur territoire.** Selon Jean-Pierre Orfeuil et Yann Leriche⁴⁰, les collectivités doivent prendre en compte plusieurs aspects pour préparer et accompagner le déploiement des véhicules automatisés. Elles doivent développer un savoir-faire technique en matière d'homologation des véhicules adaptés aux spécificités de chaque territoire dès la phase d'expérimentation. Aussi, elles doivent répondre à des questions relatives à l'organisation de la présence de ces nouveaux véhicules et services sur les routes, à l'évolution des droits et devoirs des différents usagers de l'espace public, à la tarification et au financement de la mobilité, ainsi qu'à l'utilisation des données collectées. Enfin, les EPCI ont besoin de monter en compétences en termes de rédaction des cahiers des charges et de lancement d'appels d'offres.

Or, les EPCI n'ont pas toujours les ressources et compétences nécessaires pour y répondre. De fait, les communautés de communes n'ont pas toujours les ressources humaines et les expertises nécessaires pour lancer et suivre le déploiement d'un nouveau service de mobilité automatisée. C'est pourquoi, la **DGITM** offre un centre de ressources et propose des séminaires. Par ailleurs, le **Cerema** a pour mission d'accompagner les collectivités locales dans la conception, le déploiement et l'évaluation des politiques publiques liées à l'aménagement routier et au transport. **France Mobilités** met aussi à disposition une palette d'outils et de la documentation à destination des territoires⁴¹. Il convient donc à l'opérateur de se rapprocher des EPCI et de prendre connaissance des différentes manières dont elles pourront être accompagnées pour déployer le service sur leur territoire.

Aménagement du territoire et des infrastructures

Par ailleurs, sont inclus dans l'écosystème les acteurs en charge **de l'aménagement du territoire et des infrastructures.** De fait, l'aménagement des voiries, l'installation et l'entretien des infrastructures physiques et numériques sont indispensables pour la conduite automatisée. Les gestionnaires d'infrastructure (construction et exploitation de routes et de voiries, telles que Vinci) exercent cette fonction.

Concernant les infrastructures nécessaires pour le déploiement d'un tel service, l'opérateur peut également s'appuyer sur les fournisseurs d'énergie verte, à la fois pour installer des bornes électriques pour recharger les véhicules, et pour sensibiliser les habitants du territoire sur le besoin de changer leurs pratiques de mobilité pour des raisons écologiques : utiliser des véhicules électriques et favoriser le transport en commun. Outre les infrastructures matérielles, un service de mobilité automatisée a besoin d'infrastructures

³⁹ Le cadre réglementaire français sur les systèmes de transports routier automatisés (STRA) : <https://urls.fr/UWFUv0>

⁴⁰ ORFEUIL, Jean-Pierre, LERICHE, Yann, 2019, *Piloter le véhicule autonome au service de la ville*, Paris, Descartes & Cie.

⁴¹ Site Internet de France Mobilités : <https://urlz.fr/omK9>

numériques, notamment d'une couverture 4G ou 5G. Ces mêmes acteurs ou d'autres peuvent également intervenir concernant la maintenance de ces infrastructures matérielles et numériques.

Détention des ressources matérielles et immatérielles

La Communauté d'intérêt souligne l'importance de s'appuyer sur les opérateurs des transport public existants pour déployer le service de mobilité automatisée partagé et collectif, ces derniers ayant une connaissance du terrain, les ressources humaines et les infrastructures pouvant être mises à disposition et adaptées en fonction des besoins. De plus, la collaboration avec l'ensemble des opérateurs de mobilité sur le territoire permet de proposer une offre de service complémentaire, favorisant l'intermodalité et la multimodalité, un des objectifs centraux en matière de mobilité durable. L'opérateur du service peut aussi se rapprocher des entreprises de logistique pour apporter une offre complémentaire sur la livraison de marchandises.

De plus, l'opérateur de service a besoin de **se fournir en véhicules automatisés** en adéquation avec ses besoins. Il doit donc collaborer avec les **constructeurs et fournisseurs des technologies**, pour avoir le nombre de véhicules à disposition permettant d'assurer son service et un certain nombre d'exigences concernant la qualité du service et la sécurité des passagers et des usagers de la route. À noter que l'opérateur a rarement sa propre flotte de véhicules, privilégiant un partenariat sur le long terme avec un fournisseur de véhicules automatisés⁴².

Au-delà de l'offre de véhicules, le constructeur communique des informations, notamment de la documentation technique et une liste de prérequis pour le déploiement d'un service de mobilité : en termes d'infrastructures, de règles de circulation et de modifications de l'aménagement

du territoire⁴³. Les **entreprises spécialisées dans les systèmes d'information (SI)** jouent également un rôle très important, à la fois pour les constructeurs et pour les opérateurs, afin d'orienter les avancées technologiques vers les besoins identifiés, que ce soit dans la qualité du service proposé, la cybersécurité, la remontée et la gestion de l'information.

L'écosystème d'affaires peut également regrouper des **prestataires pour la partie marketing et communication** spécialisés sur la question de la mobilité et des nouvelles technologies. Il s'agit notamment de concevoir des panneaux d'affichage, faire de la publicité, ou encore décorer les véhicules. Nous l'avons vu, l'acceptabilité des élus locaux et des habitants du territoire est un enjeu majeur, et cela passe par de la communication auprès du grand public.



⁴² Union Européenne, 2022, Rapport SHOW D2.1 : Benchmarking of existing business / operating models & best practices, <https://urlz.fr/p7uB>

⁴³ DGITM, juin 2023. Véhicules et systèmes de transports routiers automatisés : Quelques leçons tirées des expérimentations pour la gestion d'un projet, [en ligne], <https://urlz.fr/p1tv>



Financement

De plus, d'importants financements sont nécessaires pour accompagner le déploiement d'un service de mobilité automatisée, à la fois venant des pouvoirs publics et des entreprises privées⁴⁴. Les opérateurs de services peuvent solliciter un financement public en répondant à des appels à projets comme dans le cadre de France 2030 porté par Bpifrance, la Banque publique d'investissement. Les opérateurs peuvent également se tourner vers les banques pour réaliser des prêts bancaires, vers des investisseurs privés, ou encore vers des financeurs publics comme la Banque des territoires et les régions.

Assurance

Un rôle également à ne pas négliger est celui des **assureurs**. La question de la responsabilité est essentielle dans l'appréhension d'une nouvelle technologie et d'un nouveau service comme celui-ci. Le coût des assurances pour les véhicules automatisés peut être élevé en raison des risques associés à la technologie. Une question également primordiale à considérer est celle des règles de responsabilité civile et pénale en cas d'accident. À ce titre, les réassureurs (assurances des sociétés d'assurances) font partie de l'écosystème pour intervenir lorsque les assureurs sont en perte.

Partage de connaissances

Enfin, il peut y avoir au sein de l'écosystème des **associations professionnelles et des groupes de travail sectoriels** avec lesquels les opérateurs peuvent interagir pour faire émerger de nouvelles problématiques et y répondre de manière collaborative. L'opérateur peut par exemple adhérer à l'UTP (Union des Transports Publics et ferroviaires). Il peut également interagir ou prendre connaissance des productions des groupes de travail de l'écosystème France Véhicules Autonomes : le comité STPA (Systèmes de Transport Public Automatisés) regroupant les opérateurs de transport public, le comité géré par la PFA (Plateforme automobile) sur le véhicule particulier automatisé regroupant les constructeurs et les équipementiers, ainsi que le comité TBLA (Transport de Biens et de la Logistique Automatisés) réunissant les entreprises du fret et de la logistique.

Les opérateurs peuvent s'appuyer sur des **pôles de compétitivité** tels que CARA (Cluster de la Région Auvergne-Rhône-Alpes), Nextmove (Normandie, Île-de-France), ID4 Mobility (Bretagne, Pays de la Loire, Nouvelle Aquitaine), ou le Pôle Véhicule du Futur (Bourgogne-Franche-Comté et Grand Est) pour bénéficier d'un accompagnement pour la conception, le développement, l'expérimentation et la mise en service d'un système de transport automatisé.

De nombreux acteurs gravitent dans cet écosystème d'affaires proposant un service de mobilité automatisée, autour de l'opérateur de transport qui incarne la firme-pivot. Il a donc un fort intérêt à comprendre cet écosystème et les fonctions de chaque acteur présent, pour faciliter le déploiement du service de mobilité et gérer ses activités courantes. À la suite de cette présentation de l'environnement macro et micro, il convient de détailler plus précisément le modèle d'affaires d'un service de mobilité routière automatisée, avec toutes les spécificités proposées par la Communauté.

⁴⁴ Union Européenne, novembre 2022, *Rapport Avenue D9.5 beyond business plan*, <https://urlz.fr/p7ul>





LE MODÈLE D’AFFAIRES D’UN OPÉRATEUR DE TRANSPORT ROUTIER AUTOMATISÉ

Pour le déploiement d'un service de mobilité routière automatisée, dans le cadre du régime permanent défini par la LOM, il est crucial, au-delà de la compréhension macro et micro de l'environnement, de prendre en considération la manière dont il est possible d'opérer un tel service. Il semble donc nécessaire de proposer un modèle d'affaires - *business model* en anglais - répliquable pour aider les opérateurs à identifier les éléments clés à prendre en compte et comprendre la cohérence globale de la manière dont ils peuvent faire des affaires. Après une présentation de l'approche théorique, nous mobilisons l'outil du *business model canvas* pour étudier le modèle d'affaires d'un opérateur d'un système de transport routier automatisé.

L'approche conceptuelle du modèle d'affaires

S'il existe de nombreuses **définitions du modèle d'affaires**, un consensus a récemment émergé chez les chercheurs⁴⁵, le définissant comme la description des logiques de création et de capture de valeur. En un sens, le modèle d'affaires décrit la façon dont une organisation fait des affaires⁴⁶. Aussi, le business model ne se limite pas simplement à l'étude du modèle de revenus (comment l'organisation capte des ressources financières), mais comprend plusieurs dimensions :

- > la proposition de valeur : combinaison des biens et services vendus aux clients, visant à satisfaire l'ensemble des parties prenantes de l'organisation ;
- > la création de valeur : moyens dont dispose l'entreprise pour produire l'offre de produits et de services ;
- > la distribution de valeur : canaux permettant de mettre l'organisation en contact avec ses clients et avec l'ensemble de ses parties prenantes ;
- > la capture de valeur : modèle de revenus générés permettant à l'organisation de fonctionner de façon pérenne. On parle également de partage de la valeur pour élargir le point d'attention à la valeur capturée par l'ensemble des parties prenantes intervenant dans le processus de création et de distribution de la valeur.

⁴⁵ MAUCUER, Raphaël et RENAUD, Alexandre, 2019, « Business model research: A bibliometric analysis of origins and trends », *Management*, 22(2), p. 176-215.

⁴⁶ OSTERWALDER, Alexander, PIGNEUR, Yves, 2011, *Business Model Generation*, Broché.

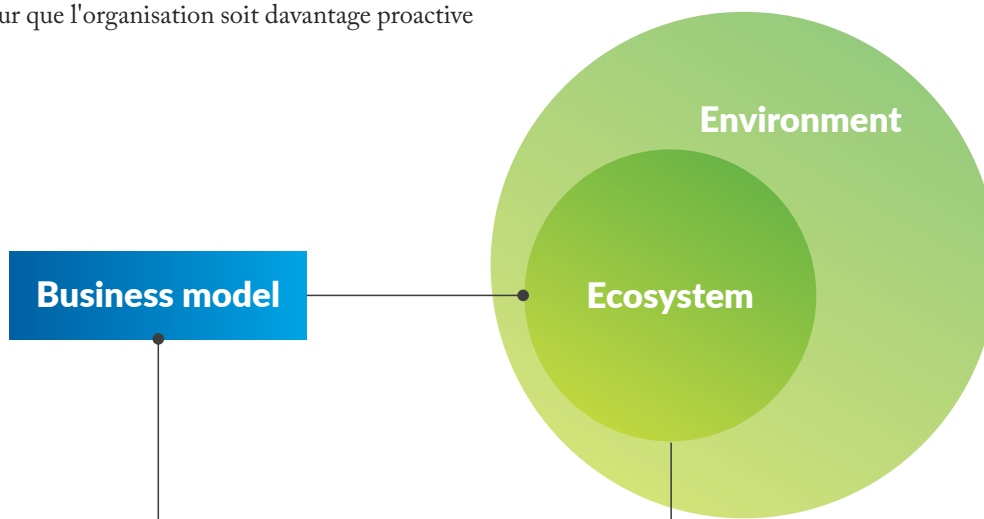
L'approche se veut **pragmatique**⁴⁷ et l'intérêt du concept est **triple**⁴⁸ :

- > améliorer la compréhension du fonctionnement de l'organisation grâce à une vision holistique et synthétique ;
- > faciliter la communication et la collaboration entre diverses parties prenantes grâce à un vocabulaire intelligible, compris par tous ;
- > développer la créativité pour faire évoluer la manière dont l'organisation fait des affaires en cherchant à dépasser l'approche « *business as usual* ».

En outre, le modèle d'affaires permet d'étudier le fonctionnement d'une organisation en ayant un **périmètre d'analyse dépassant sa dimension interne**. Ainsi, dans la conception de son modèle d'affaires, l'organisation définit l'écosystème avec lequel elle désire interagir⁴⁹. On parle ainsi d'environnement choisi selon les orientations stratégiques de l'organisation pour faire des affaires. L'environnement ne représente donc plus uniquement un ensemble de facteurs exogènes subi par l'organisation. Au contraire, le modèle d'affaires pense la cohérence entre la dimension interne et externe pour que l'organisation soit davantage proactive

et non plus seulement en réaction face aux aléas de l'environnement. En somme, le modèle d'affaires évolue en interdépendance avec un écosystème qui se situe dans un environnement plus large (Figure ci-dessous). Le modèle d'affaires va conditionner l'écosystème de l'organisation qui va à son tour l'influencer. Chaque modèle d'affaires est alors unique, dépendant du contexte (de l'environnement au sens large et de l'écosystème) dans lequel l'organisation est implantée.

Malgré cette unicité de chaque modèle d'affaires, compte-tenu du contexte du déploiement du service, il nous est possible de mettre en lumière des éléments similaires essentiels. Nous proposons ainsi un modèle d'affaires générique pour tout opérateur souhaitant développer un service de mobilité automatisée collectif et partagé en zone rurale et périurbaine pour le transport de personnes et de marchandises. Chaque opérateur pourra ainsi s'en servir comme grille de lecture permettant de penser le fonctionnement de son organisation de manière cohérente et holistique.



Les interactions entre le *business model* de l'organisation, l'écosystème et l'environnement (Demil *et al.*, 2018)

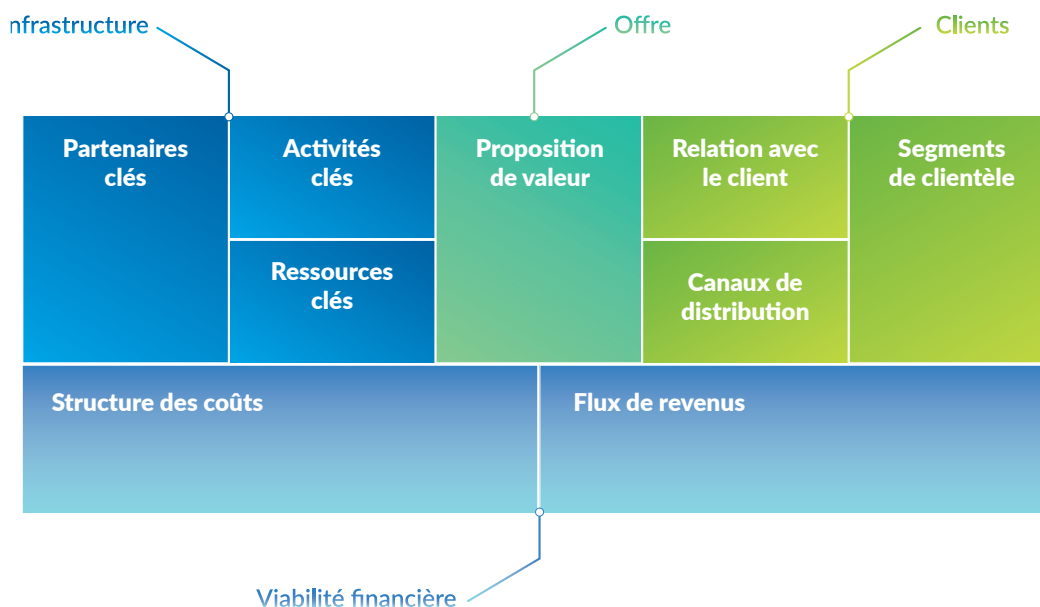
⁴⁷ LECOCQ, Xavier, DEMIL, Benoît, et WARNIER, Vanessa, 2006, « Le business model, un outil d'analyse stratégique », *L'expansion Management Review*, no4, p. 96-109.

⁴⁸ VERSTRAETE, Thierry *et al.*, 2012, « Recherche-action pour apprécier l'utilité du concept de Business Model pour les jeunes dirigeants d'entreprise du bâtiment », *Revue de l'Entrepreneuriat*, 11(4), p. 67-94.

⁴⁹ DEMIL, Benoît, LECOCQ, Xavier, WARNIER, Vanessa, 2018, « "Business model thinking", business ecosystems and platforms: the new perspective on the environment of the organization », *Management*, 21(4), p. 1213-1228.

Le *business model canvas* d'un opérateur pour un service de mobilité automatisée

Notre analyse se fonde sur l'approche d'Osterwalder et Pigneur (2010)⁵⁰ qui ont élaboré une représentation conceptuelle : le *business model canvas*. Le modèle se compose des quatre dimensions de l'organisation, à savoir : l'offre, la dimension client, l'infrastructure, et la viabilité financière. Ces quatre dimensions sont décomposées en blocs, pour un total de neuf blocs, que nous présentons ci-dessous.



Représentation du *business model canvas*

Nous détaillons chaque bloc du *business model canvas* en nous appuyant dans un premier temps sur les rapports des grands projets européens sur la mobilité automatisée : SHOW⁵¹ et AVENUE⁵². Ces projets ont permis d'étudier plusieurs variantes de modèles d'affaires d'opérateurs de transport. Pour les rapports SHOW, nous avons particulièrement porté notre attention sur cinq modèles connexes : d'un opérateur de transport public en milieu urbain, d'un service logistique, d'un opérateur de transport péri-urbain, d'un opérateur de véhicules automatisés à la demande, et un modèle d'affaires d'un service de transport

automatisé durable (cf. rapports SHOW D2.1 et D2.2). Nous pouvons nous inspirer de ces différentes variantes pour élaborer un modèle d'affaires spécifique pour un opérateur de service de mobilité routière automatisée, partagé et collectif, pour du transport de personnes et de marchandises en zones rurales et périurbaines en France. Dans un second temps, nous nous appuyons, pour chaque bloc du *canvas*, sur les éléments spécifiés par la Communauté pour compléter l'approche. Par ailleurs, nous enrichissons notre propos en faisant référence au *business model* présenté dans les travaux du projet SAM⁵³.

⁵⁰ OSTERWALDER, Alexander, PIGNEUR, Yves, 2010, *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*, John Wiley & Sons.

⁵¹ Nous nous sommes appuyés sur trois rapports publiés en 2022 : D2.1 : *Benchmarking of existing business / operating models & best practices* ; D2.2 : *Proposed business / operating models & mapping to UCs and Pilot sites* ; et D2.3 : *First version of validated business/ operating models*.

⁵² Union Européenne, D9.5 AVENUE beyond business plan, op. cit., p. 18.

⁵³ ESKENAZI, Manon, novembre 2023, *Business models*, poster présenté lors de la restitution du projet SAM les 28 et 29 novembre 2023 à Paris.

LA DIMENSION DE L'OFFRE

La dimension de l'offre se compose d'un seul bloc : la proposition de valeur.

La proposition de valeur

La proposition de valeur décrit l'offre de produits et de services proposée par l'organisation à ses clients/utilisateurs. Autrement dit, elle est une promesse faite aux clients, permettant de répondre à un problème ou à un manque identifié.

Nous pouvons reprendre certains éléments de la proposition de valeur identifiés à partir des différents modèles d'affaires étudiés à travers les projets européens SHOW et AVENUE, pouvant être transposé pour le modèle d'affaires que nous souhaitons développer :

- > offrir à la population un service de transport en commun efficace ;
- > compléter les services de transport public existants, notamment en dehors des heures de pointes et dans les zones plus reculées et avec un service à la demande ;
- > apporter des services supplémentaires ;
- > proposer une alternative ou un complément au véhicule particulier pour des raisons économiques et écologiques.

La spécificité du modèle d'affaires suggéré par la CIVA est de l'orienter vers un modèle unique. Si ces différents points se rattachent à la proposition de valeur, d'autres éléments plus spécifiques sont à noter. Le premier élément à relever est la volonté de déployer un service de mobilité automatisée sans opérateur à bord (niveau 4). La deuxième spécificité est le fait de proposer un service de mobilité inclusif en opérant dans les zones rurales et périurbaines, alors que beaucoup d'expérimentations ont été réalisées en milieu urbain. Ce choix permettra aux non-conducteurs d'accroître leur mobilité et plus largement d'améliorer la vie des habitants en facilitant l'accès à de nouvelles activités et à de nouvelles opportunités en termes de

logement, de travail, d'éducation, de soins, de tourisme, etc.⁵⁴

Aussi, le modèle d'affaires se fonde sur un service de mobilité partagé et collectif. Plus particulièrement, le modèle pousse les solutions de transport collectif, c'est-à-dire des navettes ou des bus automatisés à moteur électrique ou hydrogène. Comme nous l'avons vu dans la dimension environnementale de notre analyse PESTEL, ce mode de transport est le plus adapté pour répondre aux enjeux écologiques, limitant l'utilisation de véhicules à usage privé et à moteur thermique.

En résumé, la proposition de valeur se décrit comme un service de mobilité routière automatisée, partagé et collectif, sur route ouverte, en zones rurales et périurbaines, pour le transport de personnes et de marchandises, dans une logique écologique et inclusive.



⁵⁴ Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, *Véhicule autonome, D'une approche technologique et urbaine à la mobilité inclusive et durable dans les territoires*, Rapport 2020 / 2021, Conseil & Recherche, Paris.

LA DIMENSION CLIENT

La dimension client porte sur la distribution de valeur, c'est-à-dire sur les éléments permettant à l'entreprise de vendre l'offre créée à des clients. Elle se compose de trois blocs : les segments de clientèle, les canaux de distribution et de communication et la relation clients.

Les segments de clientèle

Les segments de clientèle définissent les différents groupes d'individus ou d'organisations que cible l'entreprise. A noter que les clients (ceux qui payent) ne sont pas systématiquement les utilisateurs (ceux qui utilisent les produits et les services proposés). Ici, nous distinguons les clients directs, c'est-à-dire les clients des opérateurs souhaitant mettre en place un service de mobilité automatisée et les clients indirects, c'est-à-dire les usagers potentiels de ces services de mobilité.

Les rapports SHOW et AVENUE se focalisent sur les clients usagers :

- > les habitants du territoire, en particulier ceux ayant des besoins spécifiques comme les personnes à mobilité réduite ;
- > les personnes à faibles revenus souhaitant réduire leurs coûts de transport ;
- > les touristes.

Certains clients directs sont néanmoins cités, comme :

- > les autorités publiques ;
- > les opérateurs logistiques.

La Communauté a principalement évoqué les collectivités locales comme clients principaux, et plus spécifiquement les régions et les intercommunalités (regroupant plusieurs communes), disposant de la compétence mobilité et de plus grands moyens financiers.

Concernant les clients indirects, i.e. les bénéficiaires, la Communauté a mis l'accent sur les personnes exclues des services de transport public existants. Elle a ainsi souligné l'importance d'orienter ce service dans les zones périurbaines et rurales, particulièrement auprès des habitants les plus enclavés, et les personnes à mobilité réduite (personnes âgées ou personnes ayant un handicap physique : problème de vue, de surdité ou encore de mobilité).

Les canaux de distribution et de communication

Les canaux de distribution et de communication décrivent les moyens mis à disposition pour atteindre les segments de clientèle, à travers l'implantation de l'organisation dans les territoires et la communication mise en place.

Les projets européens et nationaux d'expérimentation ont montré plusieurs canaux de communication pertinents :

- > application pour réserver une navette ;
- > hotline pour les usagers ;
- > le véhicule en lui-même, source d'information grâce aux affiches et aux écrans ;
- > site Internet ;
- > réseaux sociaux ;
- > affiches et flyers sur le territoire ;
- > participation à des événements.

Les membres de la CIVA, lors de l'atelier 24, ont mis en exergue le fait que le véhicule était en lui-même un canal de communication, à la fois pour les non-usagers et pour les usagers. Les non-usagers voyant le véhicule fonctionner ont, par exemple, plus de chance d'être favorable à ce type de mobilité. Aussi, pour les usagers, il convient d'adapter le véhicule pour disposer de messages visuels et sonores pour donner les informations souhaitées.

La relation clients

La relation clients décrit les types de relations que l'organisation établit avec les segments clients. Autrement dit, c'est la manière dont l'entreprise s'adresse à ses clients : le fond et la forme des messages qui leur sont destinés.

Les projets SHOW et AVENUE mettent en évidence deux éléments sur la relation clients :

- > un service client personnalisé en cas de demande ou d'incident ;
- > des informations en continu sur l'état du trafic pendant les trajets.

La CIVA a mis en évidence le besoin d'expliquer pour faire adhérer, notamment sur le fait qu'il s'agit d'un service opéré, avec des personnes qui supervisent à distance depuis le centre de contrôle. De fait, quand on explique aux usagers comment cela fonctionne, qu'il y a un humain qui surveille à distance et qu'il n'y a donc pas qu'un robot, les personnes sont plus rassurées. Par ailleurs, l'enquête d'acceptabilité auprès d'habitants de l'Indre et de la Drôme réalisée en 2022 a montré que le fait de voir la navette fonctionner et d'en parler favorise l'acceptabilité du service et donc son utilisation potentielle par les habitants du territoire. La relation client est donc fondamentale et nécessite une stratégie de communication anticipée pour faire accepter un tel service dans le territoire. De plus, l'enquête a révélé que la principale raison pour laquelle les habitants sont prêts à changer de pratiques de mobilité était d'adopter un moyen de transport plus écologique. Le discours écologique est donc un élément significatif de la relation que l'opérateur doit avoir avec les clients, au-delà de parler de la sécurité, de la qualité du service et du prix du ticket.



Ce n'est pas la suppression d'un conducteur qui fera la différence pour le modèle économique d'un service de mobilité automatisée, mais l'ajout d'un service supplémentaire pouvant être gratuit ou pris en charge par la collectivité.

Alexis Offergeld, Directeur du Movin'On Lab,
Conseil d'orientation 6, 25 mai 2023





LA DIMENSION INFRASTRUCTURE

L'infrastructure décrit la manière dont l'organisation crée de la valeur, i.e. comment elle transforme une promesse en offre concrète pour le client. Cette dimension se compose également de trois blocs : les ressources clés, les activités clés et les partenaires clés.

Les ressources clés

Les ressources clés décrivent les moyens matériels (site de fabrication, le mobilier, le matériel, les véhicules, les locaux, etc.), immatériels (brevet, droit d'auteur, compétence, expertise, base de données, etc.), humains, et financiers que l'organisation réunit pour produire une offre répondant aux attentes de ses clients. Les ressources clés peuvent appartenir à l'organisation ou être obtenues auprès de partenaires clés.

Les rapports SHOW et AVENUE évoquent les ressources suivantes, en lien avec le modèle d'affaires souhaité :

- > ressources matérielles : une flotte de véhicules automatisés (niveau 4) à moteur électrique, arrêts de bus, entrepôt pour stationner les véhicules ;
- > ressources immatérielles : licence pour un système CRM, site Internet, application pour payer un ticket et réserver une navette ;
- > ressources financières : pour financer les activités courantes de l'organisation.

Lors de l'atelier 24, la Communauté a évoqué la question des ressources humaines, et a souligné l'importance de prendre en compte l'évolution des compétences. Si certains métiers et certaines compétences sont à reprendre des systèmes de mobilités connexes, comme celui du métro et du tramway utilisant eux-aussi des

systèmes monitorés, d'autres sont à développer et inventer. Il semble pertinent, acceptable et faisable de s'appuyer sur les sociétés de transport locales et de leurs salariés, notamment les conducteurs, pour les amener à aller sur de nouveaux métiers et à développer de nouvelles compétences. Par exemple, un conducteur peut être amené à devenir opérateur à bord d'une navette automatisée, superviseur à distance ou intervenant sur le terrain, ou encore faire de la maintenance des véhicules.

Il faut au minimum deux personnes pour gérer un véhicule hautement automatisé (niveau 4) sans opérateur à bord : un superviseur à distance et un intervenant terrain. Le superviseur à distance devra être en mesure de surveiller une flotte de 4 ou 6 véhicules pour que le retrait du conducteur soit potentiellement rentable.

Les activités clés

Les activités clés décrivent les processus les plus importants qu'une entreprise doit réaliser pour produire son offre, à partir des ressources à disposition.

Les rapports des projets européens identifient les activités clés suivantes :

- > régulation des véhicules automatisés ;
- > maintenance des véhicules et des infrastructures ;
- > gestion des incidents et intervention terrain ;
- > activités de marketing et communication ;
- > assistance téléphonique (hotline) pour répondre aux besoins des usagers ;
- > développement des offres existantes ;
- > recherche & développement pour améliorer en continu le service.



La Communauté a évoqué les activités clés d'un opérateur : la communication auprès des passagers, l'intervention terrain, la maintenance des véhicules, la régulation des véhicules depuis le centre de contrôle (gérer la disponibilité et la fréquence de passages). Au-delà, il s'agit de prendre en compte l'organisation de ces activités compte tenu des ressources à disposition, notamment pour faire en sorte d'occuper les équipes toute la journée, indépendamment des pics d'activité. Il est, par exemple, possible de diversifier les tâches pour assurer de l'activité aux salariés toute la journée.

Les partenaires clés

Les partenaires clés sont les parties prenantes externes essentielles avec lesquelles l'organisation collabore pour fonctionner. Autrement dit, il s'agit des acteurs de l'écosystème d'affaires avec lesquels l'opérateur interagit directement pour ses activités courantes.

Les projets menés dans le cadre des programmes européens SHOW et AVENUE ont révélé plusieurs partenaires clés :

- > les collectivités locales et EPCI ;
- > les fournisseurs de véhicules automatisés ;
- > les gestionnaires d'infrastructures
- > les instituts de recherche ;
- > les entreprises logistiques ;
- > les partenaires marketing et communication.

La Communauté d'intérêt précise, concernant les autorités locales, qu'il s'agit des collectivités territoriales et les intercommunalités. Par ailleurs, les gestionnaires d'infrastructures jouent un rôle central pour aménager l'environnement de conduite des véhicules automatisés.

LA VIABILITÉ FINANCIÈRE

La viabilité financière se rapporte au modèle économique (le modèle économique étant une partie du modèle d'affaires, comme évoqué précédemment). Autrement dit, la viabilité financière évalue le niveau de rentabilité et la pérennité de l'organisation. Cette dimension s'articule ainsi en deux blocs : la structure des coûts et les sources de revenus.

La structure des coûts

La structure des coûts décrit l'ensemble des coûts indispensables au fonctionnement de l'organisation, principalement lié à l'acquisition et à la gestion des ressources de l'organisation. Ces coûts peuvent être variables (dépendants du niveau d'activité de l'organisation) ou fixes (dépendances incompressibles indépendantes du niveau d'activité).

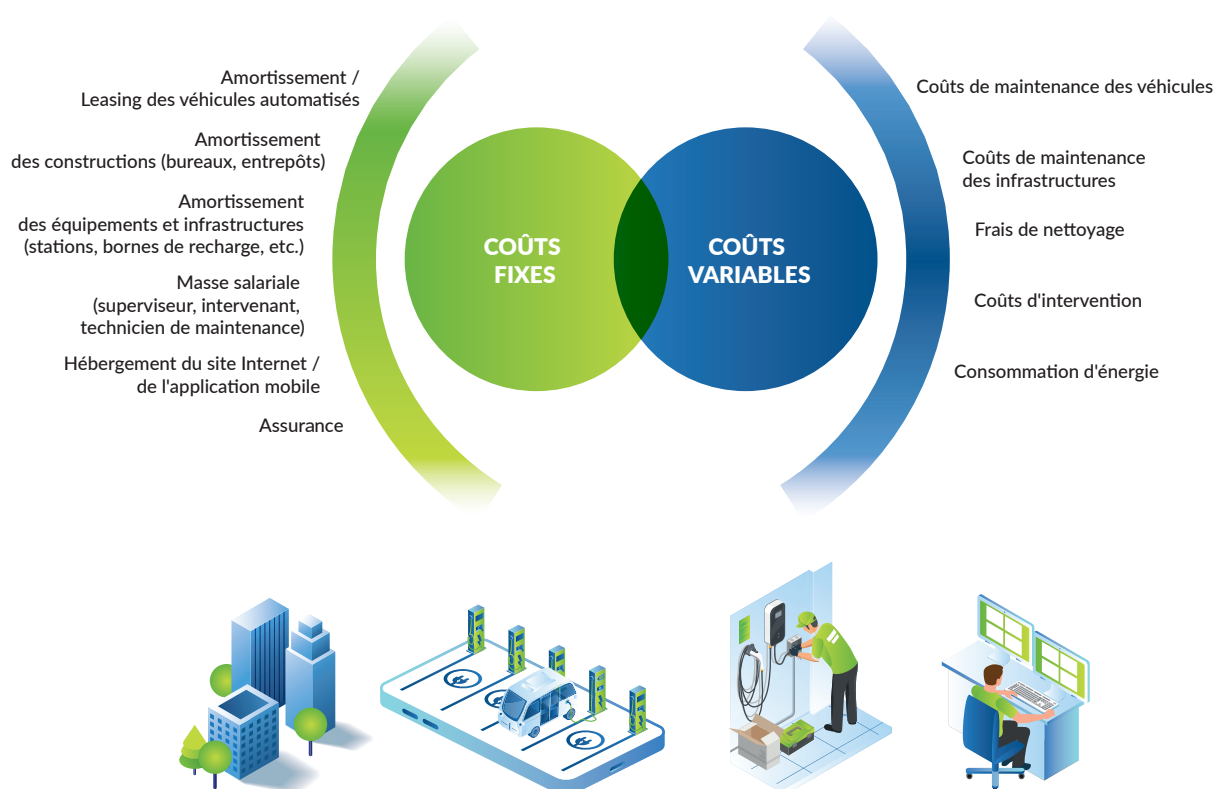
Les rapports SHOW mentionnent plusieurs éléments concernant la structure des coûts, en distinguant les CAPEX (immobilisations) et OPEX (dépendances courantes). Parmi les CAPEX, on retrouve les véhicules automatisés et équipements associés, les bâtiments pour accueillir les véhicules et les bureaux, les abribus, les équipements digitaux. Parmi les OPEX, on retrouve les coûts liés à la maintenance, le coût du personnel, les locations diverses, les licences de logiciels, les coûts liés à la communication.

Par ailleurs, les travaux sur le *business model* issus du projet SAM détaillent également la structure de coûts d'un service pour une navette qui fonctionne en ligne régulière.

À partir de ces travaux, nous proposons une grille d'analyse pour étudier la **structure des coûts**, composée de deux catégories : les **coûts fixes** et les **coûts variables**. Cette catégorisation a pour

objectif de proposer un discours intelligible et favorable à la création d'un discours commun. Il s'agit d'une proposition qui continuera d'être affinée.

Structure des coûts d'un opérateur de transport routier automatisé



“

Il faut aller plus loin concernant le business model canvas et affiner les structures de coûts afin d'estimer plus précisément les gains et les mutations induites par le passage d'un service de transport en commun classique à un service de véhicules automatisés.

Cédric Seureau, Research Program Manager on Sustainable Mobility Solutions, Conseil d'orientation 7, 7 février 2024

”

Les sources de revenus

Les sources de revenus concernent toutes les rentrées d'argent générées par l'activité. Elles peuvent être ponctuelles ou récurrentes, fixes (prix d'un catalogue, d'un forfait, d'un abonnement, d'une location, de la publicité) ou variables (en fonction des conditions : temps réel, enchères, sur-mesure, etc.). Il s'agit de savoir comment et quand vont payer les clients et les prix pratiqués selon les différents segments de clientèle.

Les rapports SHOW présentent plusieurs possibilités, calquées sur les modèles de transport en commun classiques :

- > vente des tickets, avec un prix fixé selon les zones desservies (zone 1, zone 2, zone 3, etc.) et avec la possibilité d'avoir une réduction lors de l'achat de carnets de tickets ;
- > abonnements journaliers, mensuels et annuels ;
- > paiement pour des services additionnels ;
- > apports des actionnaires et autres investisseurs.

Il faut y ajouter les subventions publiques de l'Etat, des collectivités locales et des intercommunalités ayant la compétence mobilité qui organisent et financent très largement le fonctionnement des transports publics.

Pour rappel, la majorité des trajets en véhicules automatisés est actuellement gratuite en France et en Europe, du fait qu'il s'agit d'expérimentations et non de mise sur le marché. La fourchette des prix est donc encore à définir et sera évidemment dépendante du contexte local de la mise en service. Une fois de plus, l'objectif n'est pas de rendre transparent l'ensemble des sources de revenus comme pour la structure des coûts, ni même de proposer des prix identiques pour l'ensemble des opérateurs, mais d'avoir une appréhension commune des différentes sources de revenus potentielles et de la manière dont ces revenus peuvent compenser les coûts de fonctionnement et générer des bénéfices.

Enfin, comme l'a souligné Aymeric Audigé de la DGITM lors de l'atelier 23, le modèle économique ne sera pas rentable dès le départ. Il faut écarter la question de la rentabilité pour pouvoir atteindre la cible des expérimentations. De fait, le coût des technologies est encore important mais tend à diminuer. Pour le moment, un superviseur à distance surveille un seul véhicule à la fois pour des raisons technologiques et sécuritaires. Or, il semble inenvisageable d'être rentable en dessous de quatre ou cinq véhicules gérés par un seul superviseur.



Nous avons un intérêt collectif à construire une approche commune de la mobilité automatisée au sein de la CIVA. C'est une étape essentielle pour s'adresser efficacement aux territoires périurbains et ruraux. Construire cet argumentaire ensemble nous permettrait de "faire filière" et d'avoir un discours commun, d'utiliser les mêmes mots-clés lorsque nous dialoguons séparément avec des élus et collectivités. J'imagine qu'on essaye tous, chacun de notre côté, d'avoir un argumentaire pédagogique et rassurant concernant le déploiement de futurs services de mobilité automatisée ; le mettre en commun pour ancrer un discours dans le paysage aurait beaucoup plus de force pour nous, acteurs de la filière.

David Borot, Directeur délégué nouvelles mobilités et Directeur du programme Tech4Mobility à la SNCF
Rencontre des dirigeants, 25 octobre 2023



Le business model canvas d'un opérateur de transport routier automatisé



LES POINTS À RETENIR :

- 1** Le modèle holistique a pour objectif de faciliter le déploiement d'un service de mobilité routière automatisée partagé et collectif en zone périurbaine et rurale pour le transport de personnes et de marchandises. Il est composé de trois parties : une analyse du macro-environnement du marché, une description de l'écosystème d'affaires du service et la définition du modèle d'affaires de l'opérateur.
- 2** Un opérateur a besoin de comprendre le cadre macro-environnemental pour développer son activité sur le territoire français, c'est-à-dire d'analyser les grandes tendances politiques, économiques, sociales, technologiques, écologiques et légales du marché du véhicule automatisé, pour appréhender à la fois les contraintes et les opportunités qu'offre ce marché.
- 3** Pour bénéficier d'une approche systémique, il faut aussi considérer les activités d'un opérateur au-delà du périmètre de son entreprise. Une compréhension de l'écosystème d'affaires le permet, en identifiant les acteurs essentiels pour le fonctionnement d'un tel service, leurs rôles, la manière d'allouer les ressources à disposition et les mécanismes de gouvernance entre ces acteurs.
- 4** Enfin, il s'agit d'élaborer le modèle d'affaires pour l'opérateur du service. La Communauté a souhaité développer un modèle d'affaires pour un opérateur de transport routier automatisé, partagé et collectif, sur route ouverte, en zones rurales et périurbaines, pour le transport de personnes et de marchandises, dans une logique durable et inclusive.
- 5** Certains éléments du modèle d'affaires restent à éprouver avec la réalité des opérateurs et à compléter pour obtenir un modèle répliquable et communément accepté, tout en tenant compte du contexte local de chaque implantation du service de mobilité automatisée. En particulier, la viabilité financière reste à approfondir. Ces éléments manquants viendront grâce à l'étude des futurs déploiements de ce service dans les territoires.

ET MAINTENANT ?

METTRE EN PRATIQUE ET ÉVALUER UN SERVICE DE MOBILITÉ ROUTIÈRE AUTOMATISÉE

La Communauté d'intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé (CIVA) a conclu en février 2024 la première année de son nouveau cycle de travail, perpétuant la volonté établie depuis sa création en 2019 de construire un écosystème d'open innovation pour stimuler la réflexion et l'action en faveur du développement de la mobilité automatisée partagée en zone rurale et périurbaine.

Les activités réalisées en 2023 ont permis en premier lieu de faire le point sur l'état d'avancement de la mobilité routière automatisée en France, en Europe et dans le monde au moment où le sujet semble glisser du devant de la scène médiatique. Le constat que nous tirons au terme de cette année est celui de la disparité et de la fragilité qui caractérisent actuellement le secteur des véhicules automatisés.

Alors que la plupart des conditions non-techniques (stratégie politique, cadre légal, acceptabilité, soutien financier à l'innovation) semblent réunies en France et en Europe, le déploiement de la mobilité automatisée partagée à une plus grande échelle est freiné notamment par l'offre limitée de véhicules technologiquement fiables et performants. A l'inverse, malgré le niveau de maturité de leurs technologies de conduite automatisée et l'ampleur des sommes investies, les opérateurs de robots-taxis aux États-Unis se heurtent à un cadre réglementaire variable d'un État à l'autre et à une acceptabilité fortement remise en cause par les déboires récents de Cruise. C'est finalement en Chine où les conditions aussi bien techniques que non-techniques semblent aujourd'hui réunies pour permettre le passage à l'échelle des services commerciaux de mobilité routière automatisée.

La Communauté a, en second lieu, cherché à appréhender les conditions *a priori* de déploiement et d'exploitation d'un service de mobilité automatisée à la fois du point de vue des collectivités locales (la demande) qui souhaitent le mettre en place sur leur territoire et des entreprises de transport (l'offre) qui mettent en place et opèrent ce service. Pour ce faire, la Communauté a élaboré, d'une part, un index pour évaluer la maturité des intercommunalités au déploiement de systèmes de transport automatisés partagés ou collectifs et, d'autre part, un modèle holistique de l'exploitation d'un tel service pour le transport de passagers et des marchandises en zone rurale ou périurbaine comprenant une analyse du macro-environnement, de son écosystème d'affaires et de son modèle d'affaires (*business model canvas*).

L'ensemble de ces travaux ont finalement en commun de souligner les nombreux défis que pose, aussi bien aux industriels et aux opérateurs de transport qu'aux collectivités locales, le passage de l'expérimentation d'un véhicule hautement automatisé à l'exploitation d'un service régulier de mobilité sans opérateur à bord en matière de sécurité, de qualité de service et de maîtrise des coûts.

Le programme de travail de la CIVA en 2024

L'objectif de la CIVA en 2024 est de tester empiriquement les deux outils que sont l'index de maturité et le canevas de modèle d'affaires afin d'analyser leurs résultats. L'année 2024 permettra également de mener les enquêtes d'acceptabilité et d'acceptation prévues dans le cadre du pilote de services Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA) dont la circulation des premières navettes est prévue à partir de l'été. Le programme de la Communauté s'inscrit ainsi dans la continuité directe des travaux de cette année et s'articulera autour de trois grands axes :

- 1** **appliquer l'index de maturité à tous les territoires de France pour obtenir un panorama global** de la motivation et la préparation des intercommunalités au déploiement de systèmes de transport public routiers automatisés ;
- 2** **évaluer la pertinence du modèle d'affaires d'un service de mobilité routière automatisée pour une intercommunalité** en prenant en compte les aspects sociaux et environnementaux dans le *business model canvas* et en dégagant des indicateurs clés de performance (*Key Performance Indicators* - KPI) avec des territoires volontaires ;
- 3** **analyser l'acceptabilité a priori et l'acceptation des usagers et des parties prenantes du territoire du pilote de service RIMA** déployé sur le territoire rural de Crest et du Val de Drôme.

Appliquer l'index de maturité pour obtenir un panorama de la motivation et la préparation des territoires au déploiement de la mobilité automatisée

L'index de maturité des territoires se prépare à franchir des étapes décisives en 2024. Cet outil stratégique, destiné à mesurer la motivation et la préparation des territoires à adopter des systèmes de transport public automatisés tels que des navettes ou des bus sans conducteur, va connaître une évolution significative au cours de cette année.

Les premiers résultats, obtenus à la suite d'une collecte de données lors du salon des maires et des collectivités locales (SMCL) à Paris en novembre 2023, témoignent d'un niveau de maturité modérée à avancée de la majorité des intercommunalités interrogées, tout en soulignant une disparité notable entre les territoires. **Bien que positifs et encourageants, ces résultats proviennent d'un échantillon non représentatif des intercommunalités françaises. Pour obtenir un panorama global des territoires, il est nécessaire d'étendre l'administration du questionnaire.** La démarche d'enquête prévue pour 2024 se décline en trois phases majeures, marquant une progression méthodique et réfléchie dans la consolidation et l'exploitation de cet index :

- > l'amélioration substantielle du questionnaire, avec un accent particulier sur l'affinement des questions, fruit des retours et des discussions lors du SMCL ;
- > la diffusion du questionnaire et la collecte des réponses, étapes clés pour garantir que l'index reflète le mieux possible la réalité des 1 254 EPCI à fiscalité propre sur l'ensemble du territoire français ;
- > l'analyse approfondie des données recueillies, pour dégager des enseignements précis et nuancés sur le niveau de motivation et de préparation des territoires à la mobilité automatisée, en tenant compte des spécificités de chaque type d'intercommunalité.

Au-delà de ces trois phases, l'index de maturité des territoires s'inscrit dans une vision plus large, celle d'accompagner concrètement les territoires dans leur transition vers la mobilité automatisée. Il ne s'agit pas seulement de mesurer, mais aussi d'informer, de sensibiliser et d'orienter les EPCI vers des actions concrètes et stratégiques pour que celles qui le souhaitent puissent intégrer la mobilité automatisée dans leur planification globale. L'index n'a donc pas pour seule ambition de dresser un panorama de la maturité actuelle des territoires mais d'être un véritable levier de développement et d'innovation pour ces derniers.

Évaluer la pertinence du modèle d'affaires d'un service de mobilité routière automatisée pour une intercommunalité

Le modèle holistique explore tous les aspects politiques, économiques, sociaux, environnementaux, légaux et technologiques dont il faut tenir compte pour déployer et exploiter un service de mobilité automatisée. L'approche adoptée vise à fournir une vision globale et intégrée, en prenant en compte un ensemble d'éléments interdépendants qui influencent la viabilité et la pérennité du service, au-delà de la seule dimension économique. Le modèle holistique met aussi en avant l'écosystème d'affaires du service en soulignant l'importance des partenariats entre les acteurs publics et privés. Il comprend enfin le modèle d'affaires de l'opérateur permettant d'identifier les éléments clés pour créer de la valeur avec le service.

Après un effort de conceptualisation en 2023, **la CIVA souhaite en 2024 évaluer la pertinence du modèle d'affaires pour une intercommunalité qui voudrait mettre en place un service de mobilité routière automatisée.** Pour ce faire, les travaux viseront à affiner ce modèle à partir d'une version alternative du *business model canvas* dans l'objectif de prendre en compte les dimensions sociales et environnementales. Par ailleurs, des diagnostics avec des EPCI volontaires seront réalisés pour identifier les besoins et les freins et dégager des indicateurs clés de performance (*Key Performance Indicators* - KPI) pour la mise en place d'un système de transport public routier automatisé.

Analyser l'acceptabilité et l'acceptation par les usagers et les parties prenantes du territoire du pilote de service RIMA

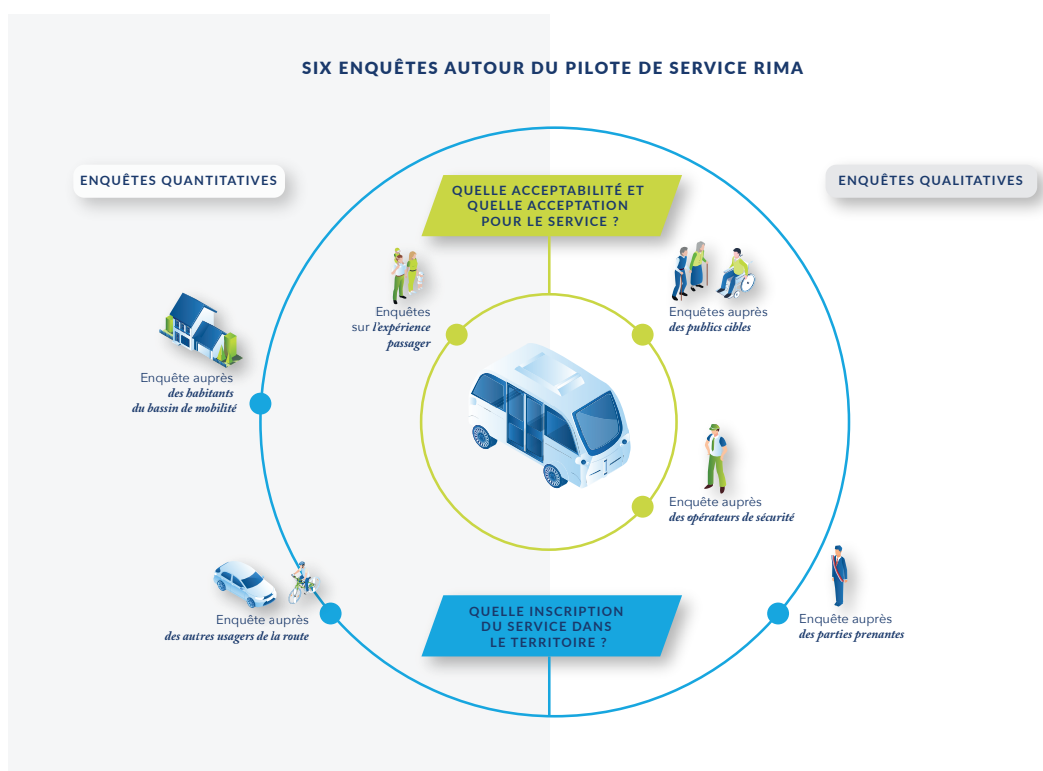
Le projet Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée (RIMA), représente une avancée significative dans le domaine des transports intelligents. Porté par un consortium composé de beti, Macif, Gama et Vinci Construction via sa filiale SVMS, le projet RIMA se veut une initiative pionnière en testant un pilote de service de mobilité automatisée en milieu rural. Il a pour objectif la mise en réseau de sept navettes automatisées, dont 4 sans opérateur à bord, selon un modèle mixte de transport de passagers et de marchandises couvrant une zone de 50 km².

Le projet RIMA ne se limite pas à l'aspect technologique et opérationnel du service. Il inclut également une dimension sociétale profonde en visant à répondre à divers besoins de mobilité en zone rurale, allant de la mobilité quotidienne à la mobilité touristique, en passant par des aspects aussi cruciaux que la mobilité santé et inclusive. Cela témoigne d'une volonté de créer un impact positif et tangible sur la vie quotidienne des résidents des zones concernées.

La Communauté d'intérêt apportera une valeur ajoutée au projet RIMA en se focalisant sur l'analyse de l'acceptabilité, l'acceptation et l'intégration territoriale du service. Les enquêtes

porteront en 2024 sur l'étude de l'acceptabilité a priori, c'est-à-dire avant l'usage des navettes, à travers l'organisation de focus groups avec des publics cibles (professionnels, personnes à mobilité réduite etc.) et la réalisation d'entretiens avec les différentes parties prenantes du territoire (acteurs politiques, administratifs, économiques et associatifs). Elles se concentreront aussi sur l'acceptation du service à travers la mesure de la satisfaction et la qualité de l'expérience des premiers passagers (questionnaire auprès des usagers et des opérateurs).

Les résultats de ces enquêtes permettront aux membres de la Communauté de proposer des recommandations aux porteurs du projet pour améliorer le volet serviciel de RIMA. Ces enquêtes visent également à contribuer au bien commun, en partageant les leçons apprises et en favorisant une meilleure compréhension des défis liés à l'implémentation de systèmes de transport automatisés en zone rurale.



ANNEXES



◆

DIMENSIONS ET VARIABLES DES DIFFÉRENTS INDEX DE MATURITÉ

Variables de l'index de maturité des États de KPMG (2018)¹

Politique et législation

1. Réglementations sur les véhicules autonomes (VA)
2. Département dédié à ce sujet au sein du ministère des Transports
3. Investissement dans les infrastructures de mobilité autonome
4. Nombre d'expérimentations financées
5. Note au KPMG Change Readiness Index
6. Note sur l'efficacité du législateur selon le Forum Économique Mondial (WEF)
7. Note sur l'efficacité du système juridique selon le Forum Économique Mondial (WEF)

Technologie et innovation

8. Partenariats industriels
9. Hubs de R&D sur la mobilité automatisée
10. Nombre de sièges sociaux d'entreprise de la mobilité autonome par million d'habitants
11. Nombre de brevets sur la mobilité autonome par million d'habitants
12. Total d'investissement par million d'habitants
13. Parts de marché des véhicules électriques
14. Parts de marché d'Uber
15. Disponibilité des technologies (WEF)
16. Capacité d'innovation (WEF)

Infrastructures

17. Densité de bornes de recharge électrique par 100 km
18. Index de connectivité (GSMA)
19. Couverture 4G

20. Qualité des routes (WEF)
21. Niveau des infrastructures (Banque Mondiale)
22. Note au KPMG Change Readiness Technology Infrastructure

Acceptabilité des consommateurs

23. Population vivant dans les zones de test
24. Niveau d'acceptabilité des utilisateurs
25. Note au KPMG Change Readiness People and Civil Society Technology Use
26. Note de maturité technologique (WEF)

Variables de l'index de maturité des villes de Khan et al. (2019)²

Politiques et réglementation

1. Département chargé des VA
2. Investissements dans les VA
3. Avantages accordés aux VA

Infrastructures physiques

4. Qualité des infrastructures
5. Technologie dans les routes
6. Compatibilité avec les VA

Infrastructures cyber

7. Disponibilité du réseau
 - a) Mobile
 - b) Réseaux
 - c) Fibre
8. Analyse des données
 - a) Piétons
 - b) Data center
 - c) Cartographie HD
 - d) Résilience face aux catastrophes

¹ KPMG, 2018, *Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles*, <https://urlz.fr/p6pw>

² 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, 8 pages, <https://urlz.fr/p6qV>

Variables de l'index de maturité des villes de Jiang et al. (2022)³

Le niveau de préparation des infrastructures

1. La maturité des infrastructures physiques
 - a) Qualité et maintenance des infrastructures
 - b) Design des infrastructures pour les VA
 - c) Borne de recharge pour les VE
2. La maturité des infrastructures numériques
 - a) Connectivité internet
 - b) Cyber sécurité
 - c) Analyse des données

Les politiques et les réglementations

3. L'enregistrement, les licences et les expérimentations
4. Les responsabilités et les assurances
5. Les politiques de promotion d'un usage durable des véhicules autonomes
6. Les politiques de promotion d'un usage inclusif des véhicules autonomes
7. Les politiques de limitations des impacts économiques négatifs

L'acceptabilité des citoyens

8. L'intention d'usage des VA
9. Le niveau de connaissance et de compétences pour utiliser des VA
10. Le niveau d'adoption des technologies et innovations

Variables de l'index de maturité des territoires ruraux en Angleterre (2022)⁴

Besoins

1. Les émissions de gaz à effet de serre et les polluants en tonnes d'émissions de CO₂ par an
2. Les dépenses de transports par personne en pourcentage par rapport aux dépenses totales par semaine
3. L'accès aux transports publics basé sur la distance à pied par rapport au premier arrêt

Capacités

4. La part de marché des véhicules électriques en pourcentage sur le total des véhicules
5. L'investissement de l'État dans les transports
6. La couverture internet, à savoir le pourcentage de routes disposant d'une couverture 4G

³ 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*, volume 128, pages 13-24, <https://urlz.fr/p6qX>

⁴ WALTERS, Joseph George, MARSH, Stuart, RODRIGUES, Lucelia, Septembre 2022, « A Rural Transport Implementation Index for Connected, Autonomous and Electric Vehicles », *Future Transportation*, 2, 753-773.



REMERCIEMENTS

Pierre-Olivier ADREY • Macif | **Marc AMBLARD** • Orsay Consulting | **Aymeric AUDIGÉ** • DGITM | **Jean-Claude BAILLY** • Gama | **Clémentine BARBIER** • Keolis | **Jaafar BERRADA** • Védécom | **Véronique BERTHAULT** • RATP | **Nicolas BOUDINET** • Maif | **Hadrien BRÉAU** • Vinci Construction | **Pierre CHEHWAN** • beti | **Emeric CLAVEAU** • Keolis | **Olivier COPPIN** • Plastic Omnium CES e-Power | **Xavier DELACHE** • DGITM | **Jean-Philippe DOGNETON** • Macif | **Caroline ESCOFFIER** • GRETS/EDF | **Frédéric FABRE** • Cerema | **Éric FAUGÈRE** • Maif | **Melisa FAZLIC** • TPG | **Florence GAGNEPAIN** • Orange | **Damien GUERRERO** • Gama | **Michèle GUILBOT** • Université Gustave Eiffel | **Magali PIERRE** • GRETS/EDF | **Elsa LANAUD** • DGITM | **Maxime LE GUERN** • Keolis | **William LEVASSOR** • beti | **Natacha MÉTAYER** • Védécom | **Amanda MULLER** • Gama | **Florence PICARD** • Institut des Actuaire | **François RAMOND** • SNCF | **Hubert RICHARD** • RATP | **Jean-Christophe RIOTTE** • beti | **Stéphane ROGER** • Védécom | **Sébastien SPANGENBERGER** • Movin'On | **Xavier TACKOEN** • Espaces-Mobilités | **Hélène TATTEGRAIN** • Université Gustave Eiffel | **Claude VERNE** • Macif



ACRONYMES

ACA : Analyse coûts-avantages	l'aménagement
ACV : Analyse en cycle de vie	CIVA : Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Automatisé
ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie	CPUC : California Public Utilities Commission
ADS : Automated Driving System	DGITM : Direction Générale des Infrastructures, des Transports et des Mobilités
AMF : Association des Maires de France et des présidents d'Intercommunalités	DMV : Department of Motored Vehicles
AMRF : Association des Maires Ruraux de France	DRL : Demand Readiness Levels
AOM : Autorités Organisatrices des Mobilités	ENA : Expérimentations de Navettes Autonomes
API : Application Programming Interfaces	ENTPE : École Nationale des Travaux Publics de l'État
AVENUE : Autonomous Vehicles to Evolve to a New Urban Experience	EPCI : Établissements Publics de Coopération Intercommunale
BHNS : Bus à Haut Niveau de Service	EVRA : Expérimentation du Véhicule Routier Autonome
CAEV : Connected, Automated and Electric Vehicles	GRETS : Groupe de Recherche Energie, Technologie, Société
CAPEX : Capital Expenditure	HCL : Human Capability Levels
CARTI : CAEV Rural Transport Index	HFRL : Human Factors Readiness Levels
CASA : Communauté d'Agglomération de Sophia Antipolis	HIRL : Human Integration Readiness Levels
CCAM : Connected, Cooperative, and Automated Mobility	HRL : Human Readiness Levels
CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et	IR : Institutional Readiness

IRL : Integration Readiness Levels

KPI : Key performance indicators

LaaS : Logistics as a Service

LOM : Loi d'orientation des mobilités

MaaS : Mobility as a Service

MIE : Mécanisme pour l'Interconnexion en Europe

MRL : Market Readiness Levels

OQA : Organismes Qualifiés Agréés

OPEX : Operational Expenditure

PESTEL : Politique, Économique, Social, Technologique, Environnemental, Légal

PFA : Plateforme automobile

RIMA : Réseau Inclusif de Mobilité Automatisée

SAE : Society of Automotive Engineers

SAM : Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome

SGPI : Secrétariat général pour l'investissement

SHOW : Shared automation operating models for worldwide adoption

SMCL : Salon des Maires et des Collectivités Locales

SR : Societal Readiness

STPA : Systèmes de Transports Publics Automatisés

STRA : Systèmes de Transports Routiers Automatisés

STRMTG : Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés

SysRL : System Readiness Levels

TBLA : Transport de Biens et de la Logistique Automatisés

TPG : Transports Publics Genevois

TRI : Technology Readiness Index

TRL : Technological Readiness Level

UE : Union Européenne

UGE : Université Gustave Eiffel

UITP : Union Internationale des Transports Publics

UTAC : Union technique de l'automobile, du motocycle et du cycle

UTP : Union des Transports Publics et ferroviaires

VA : Véhicules Automatisés



BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et articles scientifiques

ANTONIALLI, Fabio, MIRA-BONNARDEL, Sylvie, BULTEAU, Julie, 2021, « Economic Assessment of Services with Intelligent Autonomous Vehicles: EASI-AV », In, MIRA-BONNARDEL, S., ANTONIALLI, F., ATTIAS, D. (eds), *The Robomobility Revolution of Urban Public Transport*, Transportation Research, Economics and Policy, Springer, Cham, <https://urlz.fr/p6J9>

ANUND, Anna *et al.*, 2022, « Lessons learned from setting up a demonstration site with autonomous shuttle operation – based on experience from three cities in Europe », *Journal of Urban Mobility*, 2, <https://urlz.fr/p0MI>

ASH, Avery, PISHUE, Bob, WEISER, Benjamin, 2017, *Highly Autonomous Vehicle City Evaluation*, INRIX, <https://urlz.fr/p6qR>

BARNES, Philip., 2017, « Autonomous Vehicles in Delaware: Analyzing the Impact and Readiness for the First State », *Institute for Public Administration*, School of Public Policy and Administration, University of Delaware, <https://urlz.fr/p8ZR>

BERNSTEIN, M. *et al.*, 2022, « The Societal Readiness Thinking Tool: A Practical Resource for Maturing the Societal Readiness of Research Projects », *Science and Engineering Ethics*, 28(6), <https://urlz.fr/p6qy>;

CAO, Zhe, SHI, Xianwei, 2021, « A systematic literature review of entrepreneurial ecosystems in advanced and emerging economies », *Small Business Economics*, 2021, vol. 57.

COBBEN, Dieudonnee *et al.*, 2022. « Ecosystem types: A systematic review on boundaries and goals », *Journal of Business Research*, 2022, vol. 142.

DAIDJ, Nabyla, 2011, « Les écosystèmes d'affaires : une nouvelle forme d'organisation en réseau ? », *Management & Avenir*, 2011/6, (46).

DEMIL, Benoît, LECOCQ, Xavier, WARNIER, Vanessa, 2018, « “Business model thinking”, business ecosystems and platforms: the new perspective on the environment of the organization », *Management*, 21(4).

GARETTE, Bernard *et al.*, 2019, « Chapitre 1 : Analyser l'industrie ». In, *Strategor*, Dunod, 8e Edition, Malakoff.

GIUDICE, K. D., HALE, K., & JOHNSTON, M., 2015, « Development of a scale for quantifying a system's human factors readiness », *Procedia Manufacturing*, (3).

IDRAC, Anne-Marie, mai 2018, *Développement des véhicules autonomes. Orientations stratégiques pour l'action publique*, Document de synthèse.

IOSIF, E., CHRISTODOULOU, K., VLACHOS, A., 2022, « Computation of Blockchain Readiness Under Partial Information », In: THEMISTOCLEOUS, M., PAPADAKI, M. (eds), *Information Systems. EMCIS 2021, Lecture Notes in Business Information Processing*, vol. 437, Springer, Cham. <https://urlz.fr/p6qz>

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://urlz.fr/p6qX>

KHAN, Junaid Ahmed *et al.*, 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://urlz.fr/p6qV>

- KIMLEY-HORN, novembre 2016, *North Carolina readiness for connected and autonomous vehicles (CAV)*, Final Report, <https://urlz.fr/p6qE>
- KONSTANTAS, Dimitri, FOURNIER, Guy, 2023, « Fully automated public transportation mobility: the hidden challenges for a commercial deployment », *Open Research Europe* 2023, 3(71), <https://urlz.fr/p0Mq>
- LECOCQ, Xavier, DEMIL, Benoît, et WARNIER, Vanessa, 2006, « Le business model, un outil d'analyse stratégique », *L'expansion Management Review*, (4).
- MANKINS, John C., 06/04/1995, *Technology Readiness Levels - A White Paper*, NASA.
- MAUCUER, Raphaël et RENAUD, Alexandre, 2019, « Business model research: A bibliometric analysis of origins and trends », *Management*, 22(2).
- MILLER, Michael, THOMAS, Seth, RUSNOCK, Christina, 2016, « Extending system readiness levels to assess and communicate human readiness », *Systems Engineering*, 19(2).
- MOORE James F, 1996, *The Death of Competition: Leadership & Strategy in the Age of Business Ecosystems*. New York, Harper Business, 1996.
- MOORE, James F., 1993, « Predators and prey: A new ecology of competition », *Harvard Business Review*, 1993, 71(3).
- MYLONAS, Chrysostomos *et al.*, 2020, « Assessing the Readiness of Greece for Autonomous Vehicle Technologies », <https://urlz.fr/p90B>
- ORFEUIL, Jean-Pierre, LERICHE, Yann, 2019, *Piloter le véhicule autonome au service de la ville*, Paris, Descartes & Cie.
- OSTERWALDER, Alexander, PIGNEUR, Yves, 2010, *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*, John Wiley & Sons.
- OSTERWALDER, Alexander, PIGNEUR, Yves, 2011, *Business Model Generation*, Broché.
- PARASURAMAN, A., 2000, « Technological Readiness Index (TRI) a multiple-item scale to measure readiness to embrace new technologies », *Journal of Service Research*, 2(4).
- PAUN, F., 2012, « The demand readiness level scale as new proposed tool to hybridise market pull with technology push approaches in technology transfer practices », *International Studies in Entrepreneurship*, In, AUDRETSCH, D. B., LEHMANN, E. E., LINK, A. N., & A. STARNECKER, A. (eds.), *Technology Transfer in a Global Economy*, vol. 28, Springer, Boston, MA.
- PHILLIPS, E. L., 2010, *The development and initial evaluation of the human readiness level framework*, PhD thesis, Naval Postgraduate School, Monterey CA; TOMASCHEK, K., *et al.*, 2016, « A survey of technology readiness level users », *INCOSE International Symposium*, <https://urlz.fr/p6qt>;
- RONTEAU, Sébastien, 2009, « Embrasser la condition de firme-pivot : dynamiques d'innovation de Dassault Systèmes dans son écosystème d'affaires », *Revue Management et Avenir*, (8).
- SAUSER, Brian *et al.*, 2006, « From TRL to SRL: The concept of systems readiness levels », *Proceedings of the conference on systems engineering research*, CSER.
- Snyder, Ryan, 2016, « Implications of autonomous vehicles: A planner's perspective. Institute of Transportation Engineers ». *ITE Journal*, 86(12).
- VERSTRAETE, Thierry *et al.*, 2012, « Recherche-action pour apprécier l'utilité du concept de Business Model pour les jeunes dirigeants d'entreprise du bâtiment », *Revue de l'Entrepreneuriat*, 11(4).
- WALTERS, Joseph George, MARSH, Stuart, RODRIGUES, Lucelia, septembre, 2022, « A Rural Transport Implementation Index for Connected, Autonomous and Electric Vehicles », *Future Transportation*, (2).

WEBSTER, A., GARDNER, J., 2019, « Aligning technology and institutional readiness: the adoption of innovation », *Technology Analysis & Strategic Management*, 31:10.

Articles et rapports d'experts

AMBLARD, Marc, juillet 2023, « Robotaxis: Balancing Tech, Regulations and Public Acceptance », *Orsay Consulting*, <https://urlz.fr/p0LR>

BERRADA, Jaâfar, 2022, « D2.3 : First version of validated business/operating models », Union européenne. <https://urlz.fr/porr>

Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, *De l'expérimentation technologique à l'expérience d'un service de mobilité autonome*, Rapport 2022 / 2023, Conseil & Recherche, Paris, <https://urlz.fr/mjwh>

Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, *D'une approche technologique et urbaine à la mobilité inclusive et durable dans les territoires ?*, Rapport 2020 / 2021, Conseil & Recherche, Paris, <https://urlz.fr/p0HW>

Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, *La mobilité autonome à la rencontre des territoires*, Rapport 2021 / 2022, Conseil & Recherche, Paris, <https://urlz.fr/p1tz>

Communauté d'Intérêt Movin'On sur le Véhicule Autonome, *Véhicule autonome : d'une approche technologique et urbaine à la mobilité inclusive et durable dans les territoires ?* Rapport 2020 / 2021, Conseil & Recherche, Paris, <https://urlz.fr/p0HW>

CORNET, Henriette, « Projet européen SHOW : faire des navettes autonomes un véritable mode de mobilité », TEC, (251), novembre 2021.

KPMG, 2018, *Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles*, KPMG International, <https://urlz.fr/p6pw>

KPMG, 2019, *2019 Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' preparedness for autonomous vehicles*, KPMG International, <https://urlz.fr/p6qM>

KPMG, 2020, *2020 Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing the preparedness of 30 countries and jurisdictions in the race for autonomous vehicles*, KPMG International, <https://urlz.fr/p6qP>

Mordor Intelligence, « Analyse de la taille et de la part du marché des voitures connectées - Tendances et prévisions de croissance (2023 - 2028) » 2023, <https://urlz.fr/p6sS>

STRMTG, septembre 2022, *Le cadre réglementaire français sur les systèmes de transports routier automatisés* (STRA est publié) [en ligne], <https://urlz.fr/p6uE>

WILLENBROCK, Ralph, QUARANTA, Romina, 2022, « D2.2: Proposed business / operating models & mapping to UCs and Pilot sites », Union européenne, <https://urlz.fr/porm>

ZINCKERNAGEL, Christian *et al.*, 2022, « D9.5 : Rapport AVENUE, beyond business plan », Union européenne, <https://urlz.fr/p7uI>

Documents et rapports d'organismes nationaux et internationaux

Banque des territoires, novembre 2021, « Observatoire de la mobilité 2021 » [en ligne], <https://urlz.fr/p6u3>

Commission européenne, 07/06/2022, « Mobilité connectée et automatisée » [en ligne], <https://urlz.fr/p6sl>

Commission européenne, 18/10/2017, « High Level Group GEAR 2030 report on automotive competitiveness and sustainability », <https://urlz.fr/p0KF>

Commission européenne, décembre 2020, « Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, Stratégie de mobilité durable et intelligente – mettre les transports européens sur la voie de l'avenir » [en ligne], <https://urlz.fr/p0JT>

Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, 09/12/2020, « Stratégie de mobilité durable et intelligente – mettre les transports européens sur la voie de l'avenir », Bruxelles, Disponible sur : <https://urlz.fr/p0JT>

Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, 17/05/2018, « En route vers la mobilité automatisée : une stratégie de l'UE pour la mobilité du futur », Bruxelles, <https://urlz.fr/p0KR>

DGITM, février 2023, « Mobilité routière automatisée et connectée : stratégie nationale » [en ligne], <https://urlz.fr/p6sj>

DGITM, juin 2023, Véhicules et systèmes de transports routiers automatisés : *Quelques leçons tirées des expérimentations pour la gestion d'un projet*, Centre de ressources - Mobilité routière automatisée et connectée, [en ligne], <https://urlz.fr/p1tv>

France mobilités, *La mobilité routière automatisée et connectée*, <https://urlz.fr/omK9>

Gouvernement, 15/12/2020, *Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022*, <https://urlz.fr/eF4f>

Gouvernement, 2022, *Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022*, <https://urlz.fr/eFfc>

Gouvernement, 2022, *Développement des mobilités routières automatisées et connectées : État des lieux, enjeux et actions pour la stratégie nationale*, <https://urlz.fr/p94E>

Gouvernement, janvier 2023, *Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée*, <https://urlz.fr/oPDN>

Ministère chargé des Transports, 2022, « Mobilité routière automatisée : séminaire d'échanges avec les collectivités 30 septembre 2022 », Compte rendu du séminaire, <https://urlz.fr/p0Ip>

Ministère chargé des transports, 2023, « Acceptabilité du véhicule automatisé : éléments de méthode » [en ligne], *VEDECOM*, <https://urlz.fr/p6u8>

Ministère chargé des transports, février 2023, *Véhicule et systèmes de transports routiers automatisés : principales définitions réglementaires* [en ligne], <https://urlz.fr/p6uH>

Ministère chargé des Transports, mars 2023, « Évaluation socio-économique et environnementale des services de transports routiers automatisés : quelques éléments méthodologiques », *Centre de ressources - Mobilité routière automatisée et connectée*, <https://urlz.fr/p1sn>

Ministère chargé des Transports, mars 2023, « Méthodologie d'évaluation de l'acceptabilité au sein du projet ENA », *Centre de ressources - Mobilité routière automatisée et connectée*, <https://urlz.fr/p1u1>

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique, 09/05/2023, « Le Mécanisme pour l'interconnexion en Europe (MIE) finance les projets d'infrastructure transfrontaliers dans trois domaines : le transport, l'énergie et le numérique », <https://urlz.fr/p0L9>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, ministère de la Transition énergétique, 11/12/2023, « Transport routier automatisé et connecté : ressources pour les territoires » [en ligne], <https://urlz.fr/p0IY>

Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, octobre 2017, « Mobilités et transports : quelles priorités ? » [en ligne], <https://urlz.fr/p6tD>

Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, mars 2023. « Chiffres clés des transports – Édition 2023 » [en ligne], <https://urlz.fr/p6tm>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2018, « Développement des véhicules autonomes, la stratégie française », <https://urlz.fr/p0G9>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, Ministère de la Transition énergétique, 11/12/2023, « Transport routier automatisé et connecté : ressources pour les territoires ». <https://urlz.fr/p0IY>

Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Ministère chargé des Transports, avril 2019, « Développement des véhicules autonomes - L'État s'engage dans 16 nouvelles expérimentations », Dossier de presse.

OBSOCO & CHRONOS, février 2020, « Observatoire des usages et représentations des territoires », réalisé avec le soutien de l'ADEME, la Banque des Territoires, Bouygues Construction et le Groupe La Poste.

Secrétariat général pour l'investissement, octobre 2021, « Stratégie digitalisation et décarbonation des mobilités » [en ligne], <https://urlz.fr/p6sI>

Union européenne, 26/08/2022, *Règlement d'exécution (UE) 2022/1426 de la commission du 5 août 2022*. Journal officiel de l'Union européenne, Publications Office (europa.eu).

conseil & recherche

9, passage Dagorno
75020 Paris

contact@conseil-et-recherche.com
+33 1 83 96 59 01

conseil-et-recherche.com

Contact de la Communauté d'Intérêt
Movin'On sur le Véhicule Automatisé :
Nicolas Marescaux
nmarescaux@macif.fr

VÉHICULE AUTOMATISÉ

— COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊT —

MOVIN'ON

PILOTÉE PAR



POWERED BY

conseil & recherche