



expérimentations  
navettes autonomes

# Propositions de Principes pour l'Adaptation du Cadre réglementaire



Le projet est soutenu dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir  
opéré par l'ADEME

Appel à projet EVRA Expérimentation du véhicule routier autonome  
Convention de contractualisation n° 1982C0050

Projet labélisé par





## Information

Livrable 4.6.1

Date : 10.03.23

Version 1.0 : Approuvée Copil ENA

Niveau de diffusion : Public

## Auteurs

Laure Fraboulet - Berthelet

## Relecteurs

Philippe Vezin – Université Gustave Eiffel

Astrid Bocher – Université Gustave Eiffel

## Coordinateur

Philippe Vezin – Université Gustave Eiffel

Université Gustave Eiffel

Cité des mobilités - 25 av. François Mitterrand, Case 24

69675 Bron Cedex

France

Tel : +33 4 72 14 23 79

Email : [philippe.vezin@univ-eiffel.fr](mailto:philippe.vezin@univ-eiffel.fr)

[www.navettes-autonomes.fr](http://www.navettes-autonomes.fr)



## Avertissement

Les informations contenues dans ce document sont fournies « en l'état » et aucune garantie n'est donnée quant à leur adéquation à un usage particulier. Les membres du consortium ne seront pas responsables des dommages de toute nature, y compris, sans limitation, les dommages directs, spéciaux, indirects ou consécutifs qui peuvent résulter de l'utilisation de ces matériaux, sous réserve de toute responsabilité obligatoire en raison de la loi applicable. Bien que les efforts aient été coordonnés, les résultats ne reflètent pas nécessairement l'opinion de tous les membres du consortium ENA.

© 2020 Consortium ENA



## RESUME EXECUTIF

Ce livrable présente une série de propositions et d'axes d'investigation en vue de faire évoluer le cadre réglementaire pour favoriser et sécuriser l'exploitation de véhicules autonomes. Il s'appuie pour cela sur les bilans thématiques établis dans le cadre du projet ENA, concernant les missions des opérateurs, la gestion des risques et les conditions d'exploitation.



# TABLES DES MATIERES

1.	INTRODUCTION.....	1
2.	SIGNALISATION ROUTIERE .....	3
3.	CADRE D'INTERVENTION DES OPERATEURS.....	5
4.	NORMALISATION DES SYSTEMES D'INFORMATION CONSTRUCTEURS .....	7
5.	RELATIONS CONTRACTUELLES ET RESPONSABILITES.....	9
6.	CONCLUSION.....	11



# 1. INTRODUCTION

Les retours d'expérience des expérimentations de navettes autonomes réalisées dans le cadre du projet ENA ont permis d'établir, notamment dans les livrables L1.6.1, L4.1.4 et L4.6.1, un inventaire des risques et opportunités d'une expérimentation de véhicules autonomes. Parmi ces risques et opportunités, certains sont liés au cadre réglementaire et plus précisément aux limites que ce cadre pose actuellement et, à l'inverse, aux zones de risques que ce cadre n'appréhende pas à ce jour.

Sur ces bases, le présent livrable se propose de formuler quelques pistes d'évolutions du cadre réglementaire dans le but de simplifier et de sécuriser les futures exploitations de navettes autonomes.

On ne traitera pas dans ce livrable des volets réglementaires relatifs à l'homologation des véhicules autonomes et à leurs contextes de déploiements possibles, qui font l'objet de groupes de travail dédiés à l'échelle nationale et internationale et font appel à des niveaux d'expertises techniques qui dépassent le cadre du présent livrable. Ce livrable se concentrera sur les volets réglementaires ayant un impact direct sur les modalités d'exploitation d'un véhicule autonome, une fois que celui-ci a été homologué et une fois que le projet de déploiement a été autorisé.

- Le premier chapitre de ce livrable formalise des propositions concernant la signalisation routière et les conditions d'insertion des navettes autonomes dans l'environnement « voirie ».
- Le second chapitre traduit les propositions relatives à l'encadrement des missions et formations des opérateurs, issues des livrables L1.6.1, L1.6.2 et L1.6.3, dans une optique d'efficacité opérationnelle et de sécurité.
- Le troisième chapitre aborde des sujets de normes, liés à l'ouverture technique des systèmes des constructeurs, pour favoriser leur intégration dans les écosystèmes transport.
- Le quatrième et dernier chapitre appréhende le cadre des relations contractuelles entre le Constructeur et l'Exploitant et les questions de responsabilités respectives de ces acteurs en cas d'incident ou d'accident.

Enfin, l'ambition de ce livrable n'est pas de proposer des solutions définies, dont l'élaboration dépasserait les délais impartis et les domaines de compétence des membres du consortium ENA, mais bien uniquement de partager des points de vigilance et d'ouvrir les axes de réflexion pour des travaux futurs.



## 2. SIGNALISATION ROUTIERE

Les bilans d'exploitation et bilans des risques aux différentes phases des projets Cœur de Brenne et Sophia Antipolis ont montré l'importance d'accompagner l'insertion des navettes autonomes dans l'environnement « voirie » par des signalétiques horizontales et verticales, statiques et dynamiques adaptées.

A ce jour le code de la route et la réglementation technique définissent des signalétiques spécifiques à certains usagers de la voirie (voitures, cycles, piétons, poids lourds, voire même gibier...) et à certains usages (stationnement, priorité, croisement, dépassement, vitesse de circulation autorisée...) mais ne définissent pas de signalétique spécifique « navette autonome » et points de vigilance associés. La mise en place de services de navettes autonomes doit composer avec les règles et codes signalétiques existantes. Ceci rend parfois difficile l'exercice de communication aux autres usagers de la voirie des messages et alertes qui seraient utiles à une coexistence sécurisée et fluide avec le véhicule autonome.

La proposition est donc d'établir un référentiel de signalétique réglementaire pour les navettes autonomes, en termes de codes visuels et sémantiques, de codes couleurs, de règles de mise en place...

Avec pour finalité :

- D'attirer l'attention des autres usagers de la voirie sur la présence de véhicule autonome, de manière statique et de manière dynamique pour informer en temps réel sur la position du véhicule autonome
- De faire prendre en compte, par ces usagers, les spécificités de comportement des véhicules autonomes en termes de freinage ou de gestion des dépassements, croisements, contournement
- De préserver, le cas échéant, les espaces dévolus au véhicule autonome : zones de retournement, bande de roulage...



### 3. CADRE D'INTERVENTION DES OPERATEURS

Les véhicules ont certes vocation à fonctionner de manière autonome c'est-à-dire sans nécessité d'intervention humaine pour la gestion de leur circulation sur la voirie et pour l'ajustement de leur comportement à l'environnement de circulation. Pour autant, des interventions humaines restent et resteront nécessaires pour superviser la circulation des véhicules autonomes et intervenir à distance en cas d'incident ou en cas de besoin de mouvement spécifique.

Les retours d'expérience du projet ENA se limitent au contexte d'opération qui a pu être mis en œuvre dans le cadre des cas d'usage Cœur de Brenne et Sophia Antipolis c'est-à-dire à une exploitation avec présence d'un opérateur à bord de la navette. Pour l'avenir l'objectif est de mettre en place un fonctionnement sans opérateur à bord (ou en tout cas sans que la mission d'un éventuel personnel de bord soit de sécuriser le fonctionnement du véhicule). On peut raisonnablement considérer que les difficultés rencontrées par les opérateurs embarqués resteront présentes pour les opérateurs à distance et seront même sans doute amplifiées par la distance.

Sur cette base, et à l'appui des analyses établies au titre des livrables L1.6.1 Missions des opérateurs, L1.6.2 Formation des opérateurs et L1.6.3 Niveaux de certification des opérateurs, les propositions d'évolution du cadre réglementaire sont les suivantes :

- Création d'un permis professionnel de télé opération et de régulation à distance des véhicules autonomes, accessible à l'issue d'une formation spécifique telle qu'ébauchée dans le livrable L1.6.2 et d'un certain nombre d'année de pratique professionnelle en tant que conducteur de véhicules de transport en commun.
- Accompagnement de ce permis « opérateur » d'une obligation de formation continue et de visites médicales régulières, comme cela se pratique pour les conducteurs de transport en commun ou les aiguilleurs du ciel.
- Limitation du nombre de navettes supervisables simultanément par un même opérateur. Les seuils pertinents évolueront sans doute en fonction des progrès des technologies respectivement en termes de pilotage autonome du véhicule et de supervision à distance.



## 4. NORMALISATION DES SYSTEMES D'INFORMATION CONSTRUCTEURS

Les exploitations de navettes autonomes réalisées dans le cadre du projet ENA ont permis de tester les fonctionnements des systèmes d'informations de deux constructeurs différents.

Dans les deux cas, le constat est que les systèmes d'information des véhicules autonomes restent à ce jour un domaine de maîtrise exclusive de la part du constructeur. Ces systèmes d'information ne permettent pas à ce jour d'intégrer les navettes autonomes aux systèmes d'information « Métier » usuels des réseaux de transport. Or l'utilisation de ces systèmes d'information « Métier » est indispensable pour assurer la gestion d'un service de transport que ce soit au travers de fonctionnalités de suivi temps réel des véhicules à fin de régulation du trafic et à fin d'information de la clientèle, ou au travers des fonctionnalités d'analyse différée pour optimiser les performances du service.

Les systèmes d'information actuels des navettes autonomes ne permettent pas non plus une supervision partagée des fonctionnements des équipements à bord et au sol (par exemple feux intelligents) et des interactions entre eux. Or une telle supervision partagée sera nécessaire pour assurer de manière pérenne la fiabilité et la sécurité de circulation de véhicules autonomes sur des voiries ouvertes à la circulation d'usagers multiples.

A partir de ces constats, il est recommandé pour l'avenir :

- De formaliser un cadre normatif, du même type que les normes Données et Systèmes qui ont pu être mises en place en matière de systèmes d'information transport et de systèmes billettiques ; ceci de manière à favoriser la convergence des Constructeurs vers des formats communs et compatibles avec ceux, déjà existants, des autres acteurs du transport et des équipements intelligent au sol
- De soutenir la prise en compte de ce cadre normatif, en mettant en place une réglementation imposant aux Constructeurs d'ouvrir, au moins dans une certaine mesure, leurs systèmes et leurs données pour que leurs véhicules puissent intervenir dans le cadre de services de transport public – comme cela s'est fait en son temps pour amener les opérateurs de transport à harmoniser et partager les données utiles à l'information des voyageurs et à la régulation des circulations

Ceci tout en préservant le degré de secret industriel nécessaire à la préservation des intérêts légitimes des Constructeurs et de leurs savoir-faire respectifs en matière de recherche développement.



## 5. RELATIONS CONTRACTUELLES ET RESPONSABILITES

Les expérimentations menées sur les territoires de Cœur de Brenne et de Sophia Antipolis ont montré que l'exploitation d'un véhicule autonome impliquait la mobilisation conjointe des équipes du Constructeur et de celles de l'Exploitant Transport. Plus précisément, ces expérimentations ont montré qu'à ce jour :

- Un Exploitant Transport ne peut pas faire circuler de manière durable un véhicule autonome sans l'intervention et la supervision des équipes du Constructeur.
- Seul le Constructeur a accès en temps réel aux données de monitoring du véhicule.
- Seul le Constructeur a la connaissance et la capacité à modifier les paramètres et composantes techniques et servicielles de fonctionnement du véhicule.
- L'opérateur embarqué (ou demain l'opérateur déporté) subit en grande partie le comportement du véhicule sans en maîtriser les tenants et aboutissants.

Cette situation pose de nombreuses questions concernant :

- Le partage des responsabilités entre l'Exploitant, l'Opérateur et le Constructeur en cas d'incident ou d'accident ; ceci avec des zones de recouvrement et d'incertitude similaires à celles rencontrées lors d'un accident d'avion pour déterminer qui est responsable, du pilote qui n'aurait pas appliqué la bonne procédure, de la compagnie aérienne qui n'aurait pas correctement formé ses personnels ou pas correctement maintenu les équipements ou du constructeur qui aurait failli dans la conception des équipements et logiciels ou dans le devoir d'information des compagnies...
- La définition des prestations et engagements inclus dans la vente ou la location d'un véhicule autonome, avec des problématiques relevant à la fois de la garantie constructeur (plutôt matérielle) et des engagements de performances (SLA) des prestataires informatiques.
- Les conditions de dépendance et les limites de concurrence commerciale induites par le caractère à ce jour indissociable du véhicule, des solutions logicielles nécessaires à son fonctionnement et des prestations du constructeur pour maintenir l'ensemble.

Une grande partie de ces questions et de leurs sous-composantes sont sans doute liées à la relative jeunesse de l'écosystème « véhicule autonome » et devraient se résoudre soit par l'acquisition progressive de bonnes pratiques communes, soit par l'établissement, dans la durée, d'une jurisprudence.

Pour autant, pour accompagner le développement de cet écosystème sur des bases qui permettent un équilibre raisonnable des risques et engagements portés par chacune des parties prenantes, il serait souhaitable de formaliser un cadre réglementaire :

- précisant les responsabilités juridiques de chaque partie prenante ;
- proposant des modèles de conventions et contrats, incluant des clauses impératives sur certains engagements respectifs essentiels ;
- préservant un minimum de liberté de choix et de sortie d'un contrat pour le propriétaire ou locataire d'un véhicule autonome, que ce propriétaire/locataire soit un acteur privé ou une collectivité locale.



## 6. CONCLUSION

A l'issue du projet ENA et des deux phases d'exploitation des cas d'usage Sophia Antipolis et Cœur de Brenne il apparaît que le véhicule autonome, en tant que nouvel objet de transport situé à la jonction entre matériel et logiciel, et à la jonction entre service physique et prestations intellectuelles, pose de nouvelles questions et fait apparaître de nouveaux besoins d'encadrement réglementaire.

Les propositions formulées dans le présent livrable, en termes de signalisation routière, de cadre d'intervention des opérateurs, de normalisation des systèmes d'information des constructeurs et de relations contractuelles et responsabilités respectives des parties prenantes, sont de simples pistes partagées au titre du Bien Commun.

L'exploration de ces pistes et leur traduction en mesures réglementaires adaptées et applicables nécessitera bien sûr un travail de longue haleine et sans doute de nombreuses autres expérimentations avant d'aboutir. L'objectif, modeste, de ce livrable est que leur prise en compte puisse contribuer à la construction d'un écosystème fiable et pérenne.





---

Tentez l'expérience