

EXPÉRIMENTATION ET DÉPLOIEMENT DU VÉHICULE AUTONOME EN ÎLE-DE-FRANCE

LE RÔLE FACILITATEUR DES POUVOIRS PUBLICS



MAI 2019

5.18.012

ISBN 978 2 7371 2134 0



www.lau-idf.fr



IAU

INSTITUT
D'AMÉNAGEMENT
ET D'URBANISME

Île-de-France

Expérimentation et déploiement du véhicule autonome en Île-de-France

Le rôle facilitateur des pouvoirs publics

Mai 2019

IAU île-de-France

15, rue Falguière 75740 Paris cedex 15
Tél. : + 33 (1) 77 49 77 49 - Fax : + 33 (1) 77 49 76 02
<http://www.iau-idf.fr>

Directeur général : Fouad Awada

Étude réalisée par Dany Nguyen-Luong, Directeur du Département Mobilité transports

Avec la collaboration de Cédric Cariou, Alexandra Cocquière, Jérémy Courel, Jan Durdevic, Thierry Petit, Frédérique Prédali, Dominique Riou, Daniel Thépin
N° d'ordonnancement : 5.18.012

Crédit photo couverture : Coralie RENARD / Transdev

Sommaire

1. Introduction	5
2. Etat des lieux	6
2.1 Le véhicule autonome : un mode parmi d'autres de la mobilité du futur	6
2.2 Les usages du véhicule autonome.....	6
2.3 Les bénéfices du véhicule autonome.....	9
2.4 Les freins au véhicule autonome	11
2.5 La convergence du véhicule autonome et du véhicule partagé.....	12
2.6 La gestion de la mixité véhicule autonome-véhicule privé : une transition à risque	13
2.7 La technologie : encore des progrès à faire pour circuler sur route ouverte	14
2.8 Des préoccupations en matière de cyber-sécurité et de responsabilité	17
2.9 Des expérimentations en France encore trop timides	17
3. Leviers réglementaires.....	19
3.1 Le cadre réglementaire international.....	19
3.2 Le cadre réglementaire européen	20
3.3 Le cadre réglementaire français.....	20
3.4 Mettre en place une expérimentation en France: le parcours du combattant.....	25
3.5 Le cadre réglementaire américain.....	29
3.6 Le cadre réglementaire allemand.....	30
3.7 Le cadre réglementaire ailleurs	31
4. Politiques d'aide des Etats et des collectivités locales	32
4.1 La législation pour faciliter l'expérimentation	32
4.2 L'aide par financement direct	38
4.3 L'aide par financement indirect	41
5. Niveau d'avancement et de maturité des acteurs privés ...	46
5.1 Une multitude d'acteurs privés	46
5.2 Des partenariats tous azimuts.....	51
5.3 Distinguer l'avancement de la maturité	54
6. Conclusion.....	55
Fiches 1 à 22	60
Fiche 1 : Expérimentation Paris, Pont Charles de Gaulle	61
Fiche 2 : Expérimentation Puteaux, Esplanade de la Défense	63
Fiche 3 : Expérimentation Vincennes.....	66
Fiche 4 : Projet « Tornado », sur la commune de Rambouillet	68
Fiche 5 : Expérimentation Rungis, Parc Icade	69
Fiche 6 : Expérimentation Issy-les-Moulineaux, Île Saint-Germain.....	71

Fiche 7 : Expérimentation Saclay, site du CEA.....	72
Fiche 8 : Navettes VEDECOM autonomes sur le plateau de Satory	74
Fiche 9 : Expérimentation de Rouen	76
Fiche 10 : Expérimentation de Verdun	78
Fiche 11 : Projet SCOOP : préparer l'arrivée du VA via une infrastructure routière connectée.....	79
Fiche 12 : Initiative Road 5.0 de la Région d'Île-de-France	82
Fiche 13 : Plan national d'expérimentations.....	83
Fiche 14 : Projet Drive Me - Suède	85
Fiche 15 : Projet Sohjoa - Finlande	87
Fiche 16 : Transpolis - Lyon	89
Fiche 17 : ZALAZone – Hongrie.....	91
Fiche 18 : K-City – Corée du sud	93
Fiche 19 : Mcity – Etats-Unis.....	95
Fiche 20 : OmniCAV - Grande Bretagne.....	96
Fiche 21 : VRX, SCANeRTM et ROADS - France	97
Fiche 22 : PTV MaaS Modeller.....	98

1. Introduction

Cette étude s'inscrit dans le cadre des réflexions menées par les services du Conseil régional pour faciliter les expérimentations et le déploiement des **véhicules autonomes (VA)** en Île-de-France. L'expérimentation est en effet une phase indispensable pour tester les solutions technologiques et la fiabilité en matière de sécurité, évaluer les usages et l'acceptabilité. Plusieurs expérimentations simples de navettes autonomes sur voie dédiée ont déjà été réalisées comme à la Défense ou à Vincennes. Quelle stratégie et actions la région peut-elle mener au-delà de l'aide apportée à ces expérimentations, dans un contexte extrêmement mouvant sur l'avenir du véhicule autonome ? Régulièrement, les constructeurs automobiles, un GAFAM ou un BATX annoncent le déploiement prochain d'une flotte de véhicules autonomes ou d'une nouvelle avancée de l'Intelligence Artificielle (IA) qui alimente la conduite autonome, annonce aussitôt commentée par un expert qui affirme que ce n'est pas pour demain. La réglementation française sur le sujet évolue pour s'adapter aux évolutions technologiques tout en mettant la priorité sur la sécurité routière. Le véhicule autonome s'inscrit dans le cadre d'une mobilité du futur qui sera polymorphe, à la fois **connectée, partagée, électrique et autonome**. Les nouveaux services de mobilité (VTC, covoiturage, autopartage) sont foisonnants et pourraient converger à terme avec le véhicule autonome. La place de la voiture individuelle diminue en ville et dans les têtes de la génération Y, ceux nés après 1980. Une course effrénée se joue entre les acteurs privés (Waymo loin devant, VTC, entreprises technologiques, constructeurs automobiles, équipementiers, gestionnaires de flottes, énergéticiens, start-up de services de mobilité et d'applications mobiles) qui sont nombreux, entreprenants et demandeurs de soutien de la puissance publique. Des partenariats de toutes sortes se nouent en permanence. Le contexte s'avère darwinien et au final sans doute un certain nombre d'acteurs n'y survivront pas. Quant aux citoyens, ils s'interrogent, notamment sur les questions de coûts d'achat, de sécurité et sur le côté « orwellien » de la technologie capable de suivre en temps réel tous nos déplacements en véhicule autonome.

Il est important de noter que l'étude **se limite** à la phase amont d'expérimentation et de déploiement du véhicule autonome, phase qui précède celle de la régulation du véhicule autonome. Sous le terme de régulation, nous entendons la manière des pouvoirs publics d'organiser les différentes flottes de véhicules autonomes et partagés (par exemple par attribution de licences), de contrôler et reprendre en main à distance un VA, de limiter l'autosolisme en véhicule autonome (par exemple par un péage), de favoriser le partage des VA (par exemple avec des aménagements routiers réservés), d'assurer la sécurité des personnes dans les véhicules partagés (par exemple la nuit), de veiller à la complémentarité entre véhicules autonomes et transports collectifs, etc. Des pistes sont proposées dans le projet de la loi Lom. La régulation du véhicule autonome pourrait faire l'objet d'une autre étude. Par ailleurs, nous ne traitons pas dans cette étude du transport de marchandises et nous limitons au transport terrestre de voyageurs.

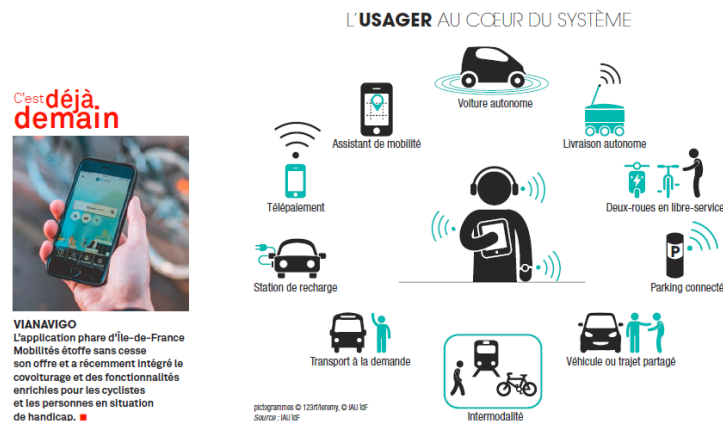
La présente étude propose d'apporter des éléments d'aide à la décision en procédant par **benchmarking** avec l'international et en comparant avec le cas français, même s'il est évident que tout n'est pas transposable d'un pays à l'autre à cause, entre autres, des spécificités culturelles. Plusieurs volets sont traités : les **leviers réglementaires** les plus efficaces pour développer les expérimentations, les **politiques d'aide** de quelques Etats et collectivités locales, les **partenariats** noués entre acteurs privés et la puissance publique pour constituer un écosystème performant, le degré d'avancement et de maturité des différents pays et acteurs privés. Au préalable, un **état des lieux** des réflexions sur le véhicule autonome est dressé à grands traits. L'étude se conclut par des pistes d'actions à l'attention de la Région pour faciliter l'expérimentation et le déploiement des véhicules autonomes en Île-de-France.

En annexe, 22 fiches décrivent des expérimentations françaises et dans différents pays.

2. Etat des lieux

Nous dressons brièvement l'état des lieux des réflexions sur le véhicule autonome au début de l'année 2019, en essayant de nous attacher aux tendances lourdes, sachant que le sujet évolue vite et les progrès techniques encore plus.

2.1 Le véhicule autonome : un mode parmi d'autres de la mobilité du futur



Extrait du pré-cahier IAU : « La Mobilité du futur » (2018)

On entend parler du passage du modèle de la propriété au modèle du partage, du nouveau paradigme de la mobilité partagée, de la révolution du véhicule autonome. En fait il est peu probable que le véhicule autonome et partagé ou le bus autonome remplace tous les modes motorisés, **et surtout pas le mass transit** (métro, Transilien) qui a encore de beaux jours devant lui. Le bus traditionnel en milieu peu dense est peut-être le mode le plus menacé. Le VA trouvera sa place parmi un bouquet de services de mobilité, comme le bus à la demande, le scooter électrique, le vélo électrique, etc

2.2 Les usages du véhicule autonome

Il faut distinguer les bus autonomes (petites navettes autonomes type Navya, Easymile) et les flottes de véhicules autonomes et partagés.

2.2.1 Complémentarité avec les transports en commun ferrés

Les navettes trouvent leur domaine de pertinence dans les **zones de carence** en transport en commun des territoires ruraux ainsi que sur le « **premier et dernier kilomètre** » (en fait 2 à 3 km) pour compléter les lignes de transport en commun ferrés, en facilitant le rabattement/diffusion surtout en bout de ligne. Elles peuvent ainsi remplacer des services de bus à faible fréquence. Par exemple un service de navettes de 10 places toutes les 3-4 minutes pourra remplacer une ligne de bus toutes les 20 minutes, ce qui augmente le niveau de service et donc l'attractivité globale du mass transit. Les navettes autonomes peuvent aussi servir pour élargir l'amplitude en début et fin de journée. Mais il est impossible de remplacer à demande constante des bus articulés à Paris intra-muros à forte capacité et haute fréquence aux heures de pointe par des navettes de 10 places. C'est à la puissance publique, dans la phase de régulation, de veiller à ce qu'un report modal

inverse ne se produise pas, c'est-à-dire que les usagers des TC lourds ne se reportent sur des services de véhicules autonomes en porte-à-porte, plus performants et plus confortables.

2.2.2 Usage sur site fermé

Les navettes autonomes ont aussi leur domaine de pertinence pour desservir des **sites fermés**, comme cela a été expérimenté sur l'Esplanade de la Défense, la Centrale nucléaire de Civaux, l'aéroport de Heathrow à Londres. Mais il faut sans doute réfléchir au territoire réellement **pertinent**, à la fois pour l'expérimentation et pour le déploiement massif. Il n'est pas sûr qu'une navette sur le pont Charles de Gaulle roulant à 4 km/h sur 170 mètres et sur voie dédiée démontre une quelconque utilité [Fiche 1]. On peut plutôt imaginer l'usage de bus autonomes sur des grands sites touristiques comme Disneyland Paris, des campus universitaires, des parcs d'affaires et si possible à la demande plutôt que sur un circuit balisé.

2.2.3 Flottes de véhicules autonomes : une réalité aux Etats-Unis

Il y a eu plusieurs expérimentations au niveau 4 dans le monde mais très peu au niveau 5 (absence d'un contrôleur humain à bord) sur n'importe quelle route. Citons l'expérimentation de nuTonomy à **Singapour** (véhicules Renault Zoé) et à **Rouen** (véhicules Zoé) en circulation ouverte. Volvo annonce depuis 2 ans une expérimentation d'une flotte d'une centaine de véhicules XC90 au niveau 4 d'autonomie sur les routes suédoises dans le cadre du programme « Drive Me » [Fiche 14] mais le projet a été reporté à 2021. Le constructeur suédois a néanmoins obtenu l'autorisation en décembre 2018 de tester ses VA XC90 au niveau 3 à Göteborg avec l'obligation imposée au conducteur de garder toujours une main sur le volant.

C'est clairement les Etats-Unis qui donnent l'impulsion. Il faut vraiment prendre la mesure de **l'avance considérable des Etats-Unis** par rapport à l'Europe sur les expérimentations des flottes de véhicules autonomes au niveau 4. Les premières flottes massives de Waymo, la filiale d'Alphabet, maison mère de Google, se mettent en place dans la banlieue de **Phoenix** (Arizona). L'autre référence marquante est l'expérimentation de véhicules Ford Fusion et Volvo XC90 d'Uber à **Pittsburgh** (Pennsylvanie).

La SAE (Society of Automotive Engineers) a défini en 2014 une classification du niveau d'autonomie des véhicules en six catégories.

Niveau 0 : aucune assistance

Niveau 1 : Assistance à la conduite. « Eyes on, hands on ». Exemple : le régulateur de vitesse, le radar de franchissement de ligne, le freinage automatique d'urgence, l'avertisseur de collision.

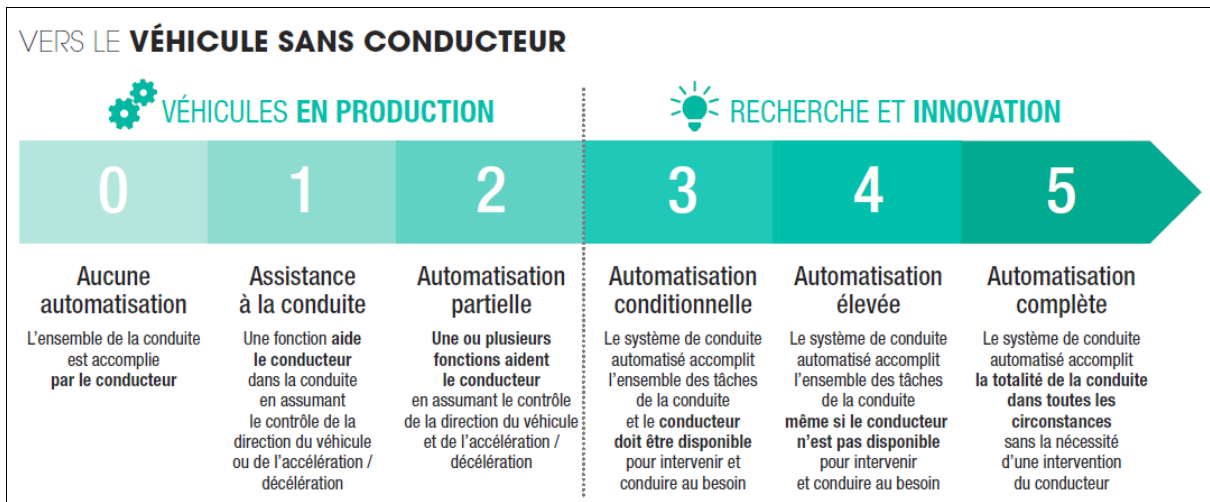
Niveau 2 : Automatisation partielle. « Eyes on, hands off ». Dans certaines situations, le conducteur peut déléguer au système le contrôle longitudinal et latéral du véhicule, mais il reste responsable de la supervision : il doit garder un œil sur le système à tout moment, surveiller l'environnement du véhicule et reprendre le contrôle total si nécessaire. Exemple : un assistant de conduite dans les embouteillages (régulateur de vitesse adaptatif) ou un assistant de parking.

Niveau 3 : Automatisation conditionnelle. « Eyes off, hands off, mind on ». A partir du niveau 3, la surveillance de l'environnement du véhicule incombe au système du véhicule et plus au conducteur humain. Mais le conducteur doit rester attentif à la route et doit être capable de reprendre le contrôle **immédiatement** en cas de besoin (ce qui suppose que la machine lui laisse un temps suffisant pour réagir). Dans ce cadre, la conduite peut être totalement déléguée à la machine mais seulement dans des conditions prédéfinies, sur autoroute par exemple. Le système doit être capable de reconnaître ses limites d'utilisation, c'est-à-dire le moment où les conditions de circulation ne sont plus compatibles avec ses fonctions. Dans ce cas-là, le véhicule invite le conducteur à reprendre la conduite au moyen d'une alerte visuelle et sonore envoyée plusieurs secondes à l'avance. Exemple : le pilote d'autoroute, le parking automatique, le roulage en convoi (platooning).

Niveau 4 : Forte automatisation. « Eyes off, hands off, mind off ». Aucune assistance de la part du conducteur n'est requise. Il peut vaquer à ses occupations sans se préoccuper de la route. Cependant l'autonomie totale se limite à une zone géographique spécifique, par exemple une autoroute ou un parking avec lequel le véhicule est compatible. Elle se fait également dans des conditions

météorologiques et de visibilité précises (sans brouillard, temps neigeux ou uniquement de jour, par exemple, ce qui est aussi le cas pour les niveaux d'autonomie précédents). Lorsque ces critères sont remplis, le conducteur n'est plus responsable de la conduite, qu'il délègue intégralement au système. Mais il reste dans l'obligation de reprendre la conduite lorsque le véhicule quitte cette zone de conduite automatisée. Contrairement au niveau 3, en cas d'absence de réaction du conducteur, le véhicule doit être en mesure de réagir tout seul, par exemple en se mettant en position de sécurité.

Niveau 5 : « No eyes, no hand, driverless », automatisation complète. Sans pédale et sans volant, la voiture conduit toute seule dans toutes les conditions et est capable de réagir comme le ferait un conducteur humain (voire mieux). C'est l'ère des robots.



Extrait du pré-cahier IAU : « La Mobilité du futur » (2018)

Aujourd'hui l'autonomie se limite à l'assistance à la conduite, au freinage d'urgence et au stationnement. C'est le niveau 2 de l'automatisation. Tous les constructeurs automobiles ont dans leur catalogue des modèles de niveau 2. En fait le véhicule n'est réellement autonome qu'à partir du niveau 4, c'est-à-dire lorsqu'il peut circuler sans supervision humaine sur certaines portions de route préparées à l'accueil. La distinction entre niveau 3 et niveau 4 est **subtile** et pose des questions de sécurité. Au niveau 3, le conducteur doit être capable de reprendre la main à n'importe quel moment en cas d'urgence donc il doit rester attentif en permanence. Au niveau 4, il peut reprendre la main au bout de quelques minutes après lancement d'une alerte. La délégation de conduite n'est plus fugace comme au niveau 3. On imagine bien le **saut technologique** entre le niveau 3 et le niveau 4. Pour cette raison, certains constructeurs comme Volvo ont décidé de passer directement du niveau 2 (conduite assistée) au niveau 4 (conduite déléguée intégralement au système).

Google/Waymo a choisi dès le début de viser le niveau 5 sans la connectivité V2I, contrairement à la plupart des constructeurs historiques qui ont opté pour une approche progressive (niveau 2 puis 3 puis 4). En octobre 2018, Waymo annonce l'**achat de 82000 véhicules autonomes** (20000 I-Pace de Jaguar et 62000 minivans Pacifica de Fiat Chrysler) qui seront déployés au niveau 4 entre 2019 et 2021 à Phoenix et dans 7 autres villes. Une usine située dans le Michigan sera chargée de rendre autonome ces 82 000 VA. Waymo expérimente déjà quelques véhicules autonomes (des Pacifica) avec ingénieur de sécurité au volant (niveau 4) à Chandler dans la banlieue de Phoenix (program Early Rider avec 400 participants) mais aussi à San Francisco, Detroit, Atlanta et Washington. En 2017, rien qu'en Californie, les VA de Waymo ont parcouru 15 fois plus de kilomètres que l'ensemble de tous les autres VA réunis (Mercedes, Nissan, GM, etc).

En octobre 2018 puis en mars 2019, Toyota a annoncé qu'il va investir en tout 1,17 milliards de dollars dans Uber pour créer un service de taxis autonomes à la demande. Les véhicules seront des monospaces Toyota Sienna et combineront deux systèmes d'autonomie pour plus de sécurité. Ils seront déployés à partir de 2021.

La plupart des experts pensent qu'il n'y aura pas de flottes massives de véhicules totalement autonomes avant 2030. Le BCG, un cabinet de conseil, estime que d'ici 2030, un quart de passagers-km parcourus sur les routes américaines seront des véhicules électriques, autonomes et partagés, réduisant de 60% le nombre de voitures dans les rues de la ville, de 80% les émissions et de 90% les accidents de la route.

Des véhicules autonomes dédiés aux seniors

De manière plus spécifique aux Etats-Unis, voire anecdotique, une start-up américaine dénommée Voyage est en train de tester une petite flotte de six VA dans la ville communautaire The Villages située en Floride où résident essentiellement des retraités (66 000 habitants). Cette ville a été construite pour une communauté fermée de retraités de plus de 55 ans. Les enfants ne peuvent séjourner plus de trois semaines. L'idée de la start-up est que les nouvelles technologies, du baladeur à l'iPhone, ont eu tendance à être adoptées en priorité par les jeunes, mais s'agissant des voitures autonomes, les adeptes les plus logiques de la première heure sont les **retraités**. La start-up y a donc vu une **niche d'usage des VA**. Les villes de retraite aux Etats-Unis sont idéales pour les VA pour trois raisons, explique Oliver Cameron, PDG de Voyage. Premièrement, l'environnement de circulation est plus calme et plus facile pour un VA qu'un centre-ville animé. Les limites de vitesse sont plus basses, les itinéraires sont moins compliqués et le trafic routier est faible. Deuxièmement, la demande de mobilité est forte. Les retraités actifs veulent pouvoir se déplacer mais ils ne veulent pas avoir les frais et les tracas liés à la possession d'une voiture. Pour les personnes âgées qui ne sont plus en mesure de conduire, le fait de se faire conduire à la demande présente un attrait évident. Enfin, ce type de villages communautaires pour retraités est en pleine croissance aux Etats-Unis, donc le marché potentiel pour flottes de VA s'avère intéressant.

2.2.4 La Chine : un acteur incontournable de plus en plus présent

Il ne faut pas oublier les acteurs chinois. Des événements en lien avec le véhicule autonome ont lieu là-bas, moins médiatisés que ceux qui se produisent aux Etats-Unis, mais tout aussi spectaculaires. **Baidu**, à qui le Gouvernement chinois a ordonné la mission de devenir le géant mondial de l'IA, a annoncé en juillet 2018 qu'il venait de terminer la production de son centième bus autonome Apolong de niveau 5 et de 14 places. Ces bus vont desservir des lieux touristiques et des aéroports chinois. Il s'exporte aussi : Baidu a signé avec SoftBank Drive pour se déployer au Japon dès 2019 dans des villes dont Tokyo. Baidu est aussi à l'origine de l'alliance Apollo, qui comprend BMW, Bosch, Daimler, Ford, GrabTaxi, Honda, Intel, NVIDIA, TomTom et Velodyne LiDAR. Au total, le secteur du VA a bénéficié au cours des cinq dernières années d'un financement de 7 milliards de dollars de la part du capital-risque, ce qui a permis la création de nombreuses start-up. La Chine sera peut-être avant les Etats-Unis le **premier marché** à voir apparaître le véhicule autonome en tant que produit de grande consommation. Plusieurs facteurs le laissent penser : forte volonté politique, taille du marché (la Chine est le premier marché automobile au monde avec 28 millions voitures vendues en 2018, les Etats-Unis deuxième avec 17 millions de ventes, même si on observe fin 2018 des signaux de retournement du marché automobile dans le monde, notamment en Chine, après 20 ans de croissance ininterrompue), très nette avance technologique pour le déploiement de la 5G et forte appétence pour le véhicule autonome des chinois pour qui l'accès à l'automobile est récent mais difficile (loterie pour obtenir une licence, quota, etc), promesse d'une baisse de la congestion en ville grâce aux VA (sur les 20 villes les plus congestionnées selon TomTom, 7 sont chinoises). Comme preuve concrète de son ambition, la Chine prévoit de construire au sud de Shanghai une autoroute de 160 km dédiée aux véhicules électriques autonomes qui reliera trois villes : Ningbo, Shaoxing et Hangzhou. L'autoroute intègre un système de recharge électrique utilisant des panneaux solaires installées sous du béton transparent. La première partie de cette autoroute à six voies est censée ouvrir en 2021. Coût du projet : 2 milliards de dollars.

2.3 Les bénéfices du véhicule autonome

Il y en a essentiellement **quatre pour les usagers** :

- **gain de sécurité** : il y a 1,25 millions de tués sur la route dans le monde chaque année (dont 3500 en France, environ 300 en Île-de-France) et 20 à 50 millions de blessés. C'est la principale cause de décès chez les 15-29 ans. 90% des accidents de la route sont dues à des erreurs humaines en France, les américains parlent de 94%. Depuis 2010, année des premiers pas de la Google Car, les nombreuses expérimentations de VA dans le monde n'ont enregistré que **trois accidents mortels** : le premier survenu à Williston (Dakota) le 7 mai 2016 entre une Tesla Model S en Autopilot et un camion, le deuxième à Tempe (Arizona) le 19 mars 2018 entre une piétonne et un véhicule autonome Uber, le dernier le 23 mars 2018 sur une Tesla Model X

où l'Autopilot était activé. Dans le second cas, le véhicule Uber roulait en mode autonome niveau 4 à 60 km/h sur une route limitée à 80, une cycliste est descendue de son vélo brutalement et a été écrasée, le conducteur de sécurité n'a rien pu faire. Depuis cette date, l'Arizona a retiré à Uber l'autorisation de faire circuler ses VA et la Pennsylvanie a redonné l'autorisation à Uber en décembre 2018 de reprendre ses expérimentations à Pittsburgh mais avec interdiction de prendre des passagers à bord.

Ces trois cas mortels ne doivent pas faire oublier que les Google Car ont parcouru 3,2 millions de km jusqu'en 2015 puis les Waymo Car prenant la suite ont fait 40 000 km par jour sans aucun accident mortel. En juillet 2018, le PDG de Waymo a annoncé que ses voitures autonomes avaient désormais atteint les **13 millions de kilomètres parcourus**.

- **gain de confort** : théoriquement la conduite devrait être plus fluide, le temps passé en régime congestionné devrait diminuer. Le véhicule autonome fait du porte-à-porte. L'automatisation est maximale. Le gain de confort va dans le sens de l'histoire de l'automobile. Qui se souvient du starter, du lève-vitre manuel, de la carte papier ?

- **gain de temps libre, de « quality time »** : le temps passé dans le VA sera utilisé autrement qu'à conduire, pour se reposer, se détendre, travailler pendant les déplacements quotidiens. La valeur du temps diminuera.

- **gain de mobilité inclusive** : les personnes qui ne peuvent pas conduire (PMR, personnes sans permis) ou qui ne conduisent plus (personnes très âgées par exemple, comme à the Villages en Floride) trouveront un intérêt certain dans l'usage du VA, et aussi les personnes en situation précaire si le coût du trajet devient modique, ce que prévoient tous les modèles économiques du véhicule autonome et partagé.

Il y a aussi des **bénéfices pour la collectivité** :

- **Gains environnementaux** : les véhicules autonomes seront électriques en Europe donc à zéro-émission en circulation. Selon le cabinet AlixPartners, les constructeurs automobiles investiront 225 milliards d'euros dans les modèles électriques ces huit prochaines années contre 20 milliards les huit précédentes. Néanmoins, certains experts pointent le risque d'une augmentation de la **consommation énergétique des VA** à cause des besoins de connectivité et donc d'échanges de données massives en temps réel.

- **Gain de décongestion ?** Une **incertitude** demeure sur les impacts du VA en termes de décongestion de la voirie. Plusieurs études de simulation vont dans le même sens : une décongestion de la voirie peut se produire si le VA est partagé. Par exemple, une étude de 2015 menée par des chercheurs de l'Université du Texas¹ affirme qu'un seul véhicule autonome partagé opérant comme taxi pourrait remplacer 9,3 véhicules individuels. Une autre étude de 2014 du MIT² est moins optimiste : elle a estimé le taux de remplacement à 2,7 (une flotte de 300 000 véhicules autonomes partagés pourrait remplacer les 800 000 véhicules actuels pour desservir l'ensemble de la population de Singapour avec un temps d'attente maximal de 15 minutes aux heures de pointe). Il y a une dizaine d'études de simulation de ce type dans le monde qui font référence, mais aucune en France. En revanche, une étude récente de février 2019 d'un chercheur de l'Université de Californie³ a au contraire montré par une modélisation de trafic que les VA pourraient provoquer une hausse de la congestion. En effet, en comparant les coûts de circulation et les coûts de stationnement, l'étude conclut qu'il en coûtera moins cher de faire circuler les voitures autonomes à vide en ville que de les stationner dans des parkings, ce qui incitera les gestionnaires à les faire rouler plutôt que les stationner. Le problème pourrait être résolu en taxant davantage ces véhicules à vide. On touche à la question de la régulation, après l'expérimentation, qui pourrait être traitée dans une autre étude.

- **Gain en espace public** : une part significative des espaces de parking pourrait être libérée, au profit d'espaces verts et des modes actifs.

¹ « Operations of a shared autonomous vehicle fleet for the Austin Texas market », University of Texas. Transportation Research Record, No. 2536: 98-106, 2015

² « Toward a Systematic Approach to the Design and Evaluation of Automated Mobility-on-Demand Systems: A Case Study in Singapore » by Spieser K., Treleaven K., Zhang R., Frazzoli E., Morton D., Pavone M., 2014

³ « The autonomous vehicle parking problem » by Adam Millard-Ball. Transport Policy. Volume 75, March 2019, Pages 99-108

2.4 Les freins au véhicule autonome

- Un effet secondaire de la diminution de la valeur du temps sera peut-être une accélération de l'**étalement urbain** car les citoyens, moins sensibles à la durée des déplacements, seront enclins à se domicilier de plus en plus loin des centres-villes.

- **Impact sur l'emploi** : les métiers de chauffeurs de taxis, de VTC et de bus seront touchés (sans parler des métiers dans le transport de marchandises), les métiers d'agents de la circulation, garagistes, dépanneurs, concessionnaires et d'auto-école également. Le secteur de l'assurance devrait subir une perte de revenus importante si le risque d'accident diminue drastiquement. En contrepartie, de **nouveaux emplois** – la « destruction créatrice » – seront transférés ou créés dans les secteurs technologiques (intelligence artificielle, robotique, big data, 5G, téléopérateurs à distance, nouveaux services numériques dans le véhicule, simulation) mais aussi dans l'entretien et la réparation des capteurs. Les ressources humaines seront redéployées avec une montée en qualification des métiers actuellement de bas niveau. Ces impacts sur l'emploi n'apparaîtront pas du jour au lendemain mais progressivement et sur des décennies, obligeant sans doute nos gouvernants à une réflexion majeure sur la formation initiale et la formation continue dans notre société.

La téléopération : un nouveau marché, un nouveau métier

Waymo, Cruise (GM), Nutonomy, Zoox, Drive.ai, Uber, Nissan développent tous des systèmes de téléopération, c'est-à-dire de contrôle à distance d'un véhicule autonome. Aux Etats-Unis, chaque Etat a sa propre législation sur le VA, tant que l'Etat fédéral n'a pas entériné son projet de loi « AV Start » régissant la conduite automobile. La loi californienne a déjà stipulé que les véhicules sans conducteur doivent pouvoir être contrôlés à distance. La Floride, l'Arizona, l'Oregon et Washington envisagent des règles similaires.

Des start-up se lancent sur le marché, telle que l'entreprise Designated Driver aux Etats-Unis. Techniquement, il est nécessaire de disposer d'une connexion 4G a minima, idéalement la 5G pour faire tomber les temps de latence en dessous de 100 millisecondes.

Quelle est la configuration standard d'un poste de contrôle à distance ? L'entreprise Designated Driver utilise pour un poste assuré par un téléopérateur un ensemble de six écrans qui affichent les flux des différentes caméras de la voiture et une carte de la zone. Le conducteur à distance peut faire tout ce qu'il veut comme s'il était au volant de la voiture : activer les clignotants, klaxonner, changer de vitesse, etc. Le volant de direction à distance fournit même un retour de couple comme celui de la voiture.

- **L'acceptabilité encore faible** du VA par les citoyens pourraient freiner sa diffusion massive. Le citoyen est réticent à laisser une machine décider lors de **dilemmes éthiques** posés par le VA. La crainte d'être « sacrifié » par une intelligence artificielle peut dissuader l'usage. Comment un robot est-il programmé pour choisir ses victimes ? La question de l'adoption massive des robot-véhicules reste entière à ce jour. Pour les pré-« millenium » (ceux nés avant 1980), l'image de la belle voiture est tenace, c'est un objet narcissique destiné à valoriser celui qui la possède. L'acquisition d'une Tesla électrique n'est clairement pas faite dans un motif écologique ou pour son niveau d'automatisation mais plutôt pour son design et son image glamour. Un autre frein à la diffusion est tout simplement le **plaisir de conduire** que tous les conducteurs connaissent à des degrés et des moments divers de leur vie. L'acceptabilité revêt aussi une dimension **culturelle**. Dans un sondage publié en décembre 2018 par Ford, 83 % des Chinois se disaient enthousiastes sur l'avenir des voitures autonomes, contre 50 % des Américains, et encore moins des Européens.

- **Le prix d'un VA** aujourd'hui est encore réhibitoire à cause du coût des capteurs Lidar (Light Detection And Ranging), une technique qui utilise le laser pour créer une carte 3D à haute résolution de la zone environnante. Mais la loi de l'offre et de la demande entraînera forcément une **baisse des coûts**. Par exemple, le régulateur de vitesse coûtait 3000 € au début des années 2000. En 2018, il vaut 500 €, soit une division par 6 en moins de 20 ans. Aujourd'hui l'Autopilot de la Tesla Model 3 atteint le niveau 3 de l'automatisation. Des fonctionnalités supplémentaires seront déployées au fil du temps pour atteindre le niveau 4 grâce à des mises à jour logicielles. Tesla précise que ces fonctionnalités dépendent d'une validation de logiciel et d'une approbation réglementaire, qui peut varier selon la juridiction. Livrable en Europe à partir de 2019, la Tesla Model 3 avec option Autopilot coûte quand même près de 40000 €, tandis que le modèle

de gamme supérieure, le Model S, coûte au moins 71 000 €. A ces prix, le VA comme véhicule privé individuel n'est pas prêt à se diffuser massivement. Il en sera de même pour les 20 000 véhicules i-Pace de marque Jaguar commandés par Waymo fin 2018. On imagine mal aujourd'hui un scénario où les VA seraient privés et individuels. On en revient, en vue d'un déploiement massif, au scénario de flottes de véhicules autonomes partagés en libre-service ou en mode taxi à la demande.

- Les gens semblent prêts à tolérer les décès causés par des conducteurs humains, mais pas ceux causés par un véhicule autonome. **Le VA devra être quasi-infaillible pour être accepté.** Mais un effet collatéral apparaît : la réduction du nombre d'accidents sur la route va aussi réduire le nombre de dons d'organes pour les transplantations. L'impression 3D d'organes encore balbutiante pourra peut-être un jour compenser cette perte.

- A terme les VA seront **électriques en Europe**. Il faut donc penser à leur recharge, à la puissance nécessaire. La question n'est pas spécifique au VA, elle concerne l'électro-mobilité en général. En particulier la stratégie de déploiement des bornes de recharge électrique doit intégrer un scénario de déploiement de flottes de véhicules autonomes électriques. La Chine a également fait le choix de l'électro-mobilité.

2.5 La convergence du véhicule autonome et du véhicule partagé

Il y a 7 ans, Uber n'existait pas encore en France. Aujourd'hui, il est installé dans plus de 600 villes dans 82 pays. Aux Etats-Unis, 25% de la population a déjà utilisé Uber ou Lyft. Il est devenu un acteur majeur de la mobilité du quotidien. Plus généralement, le VTC a trouvé son marché en France avec les offres d'Uber, Marcel, Chauffeur Privé, Allocab, LeCab. Les VTC déclinent aujourd'hui leurs offres avec des trajets à partager : c'est UberPool, Lyft Line. 50% des courses Uber à San Francisco sont faites sur UberPool, 30% à Paris selon Uber. De nouveaux prestataires émergent sur ce créneau du transport à la demande dynamique et partagé : Via, Bridj, Padam, Chariots, Moia, SmartRide. A terme, on voit poindre une convergence entre ces services de mobilité partagée et le déploiement du véhicule autonome. Aujourd'hui, **60 à 80% d'une course Uber revient au chauffeur**. Donc sans chauffeur, un trajet Uber pourrait coûter jusqu'à quatre fois moins cher, et encore moins s'il est partagé. C'est bien le modèle économique visé par Uber et ses concurrents, par les gestionnaires de flottes automobiles, par les constructeurs automobiles qui vont se positionner comme opérateur de mobilité et plus seulement comme constructeur de voiture. Autre phénomène qui se déroule à bas bruit et qui montre que la propriété de la voiture est sur une tendance baissière : la décroissance du taux de permis de conduire. Aux Etats-Unis, il a été observé une baisse de 10% des possesseurs de permis de conduire dans la génération Y (ceux nés après 1980) par rapport à la génération précédente.

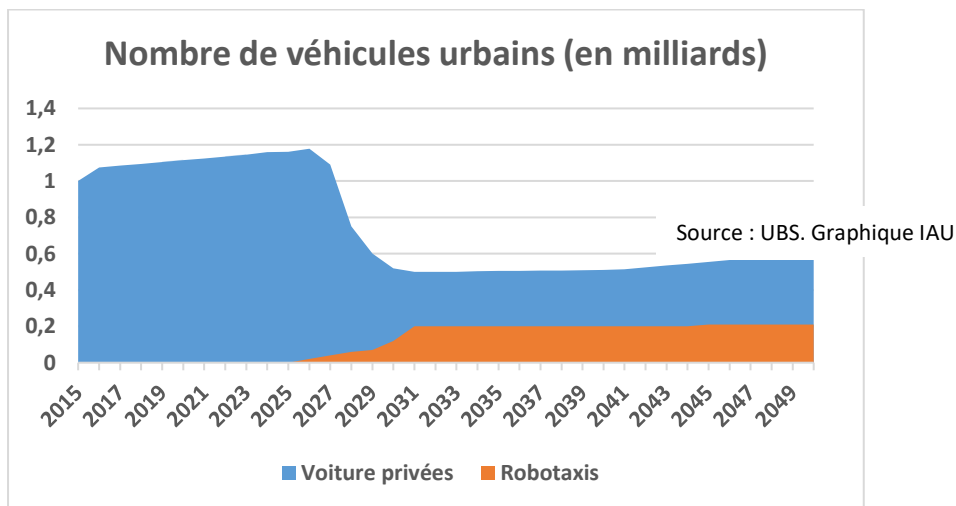
Si chaque véhicule particulier est remplacé par un véhicule autonome et que l'autosolisme se poursuit, la collectivité n'aura **rien à gagner** avec la massification du VA. La puissance publique a donc un rôle majeur à jouer dans la régulation du VA en favorisant efficacement la mobilité partagée et en développant la complémentarité entre le mass transit et le VA.

Néanmoins, le VTC partagé ou le covoiturage de courte distance n'a pour l'instant pas **percé** en France. L'enquête Obsoco de 2016 a montré que pour 71% des Français, la voiture individuelle reste la « formule idéale », et que moins d'un Français sur deux est prêt à monter dans un taxi autonome.

2.6 La gestion de la mixité véhicule autonome-véhicule privé : une transition à risque

Le déploiement à grande échelle des nouveaux véhicules autonomes passera par une **phase transitoire** où ils devront circuler au milieu des véhicules avec conducteur, en s'adaptant aux différents usagers de la route. Certains constructeurs parlent de 2025 pour le déploiement au niveau 5, les pouvoirs publics tablent plutôt sur 2040. On ne peut exclure un scénario de rupture aux Etats-Unis pour 2025 surtout si une simple mise à jour de logiciels à distance permet de passer du niveau 4 au niveau 5. Du côté des constructeurs il y a très certainement une **surenchère des annonces** car il s'agit de ne pas apparaître en retard par rapport à la concurrence. Du côté des pouvoirs publics il y a aussi une tendance légitime à la prudence car considérant l'ampleur des investissements nécessaires à l'équipement connectique des infrastructures, ils estiment que cela prendra beaucoup de temps. On peut imaginer un scénario où l'automatisation ne sera jamais totale et se limitera finalement à une **assistance à la conduite variable** selon les routes empruntées et l'état de la circulation.

En 2025 il n'y aura pas encore de flottes de véhicules autonomes de niveau 5 mais il est fort probable que les premières commercialisations massives de véhicules autonomes de niveau 4 soient effectives en 2025.



La cohabitation devrait donc durer une **quinzaine d'années** voire plus selon les prévisions d'UBS (graphique ci-dessus). On peut supposer que cette période de transition verra le développement concomitant de l'équipement des infrastructures (V2I) portés par des investissements publics, de la croissance du parc de véhicules autonomes et de l'amélioration de ses performances qui se fera notamment sous forme de mise à jour du système d'exploitation à distance (comme les smartphones) sans imposer un changement de véhicule comme sur les modèles Tesla. De même, on peut penser que la cohabitation au sein de l'ensemble des VA ne sera pas aisée entre les niveaux 3, 4 et 5 (voir graphique de Yole Development dans la partie suivante).

Un véhicule autonome apprend aujourd'hui à respecter strictement le **code de la route**. Il commence aussi à apprendre à réagir au non-respect des règles du code de la route par les véhicules avec conducteur : distance de sécurité insuffisante, insertion trop rapide, non-respect d'un stop. De même, il « ignore » les regards ou les signes des conducteurs qui signifient leurs intentions (allumage de feux par exemple). Au début, un conducteur dans son véhicule particulier craindra le véhicule autonome rencontré sur son chemin. A long terme, une fois les VA massivement déployés, ce sera l'inverse : c'est le VA qui « craindra » les véhicules avec conducteur. Ainsi la cohabitation entre des véhicules classiques avec conducteur et des véhicules autonomes soulève encore de nombreuses questions liées notamment à l'appropriation sociale, au partage de la route et des responsabilités. Des chercheurs du MIT en association avec Toyota cherchent actuellement des solutions de « deep learning » (apprentissage profond) afin de prendre en compte le plus fidèlement possible la « **conduite sociale** » et l'attitude du piéton pour anticiper ses mouvements et les inclure dans l'intelligence artificielle embarquée.

Rand Corporation a publié en 2017 une étude montrant que déployer à court terme des VA qui sont seulement 10% plus sûrs que les humains pourrait sauver 500 000 vies humaines sur 30 ans rien qu'aux Etats-Unis, plutôt que d'attendre qu'ils soient 90% plus sûrs.

2.7 La technologie : encore des progrès à faire pour circuler sur route ouverte

Le « 10⁻⁹ »

En France, les expérimentations déclarées n'ont lieu que sur site fermé ou voie dédiée. Pour passer sur la voirie publique au milieu de la circulation, il faut assurer un **niveau de sécurité maximal proche du 100%, seule garantie d'une acceptabilité massive**. En fait, les constructeurs automobiles et équipementiers visent au mieux le « 10⁻⁹ » : moins d'une défaillance pour un milliard de km parcourus. Un autre consensus de fiabilité pour le véhicule autonome est fixé à 10⁻⁸/heure, c'est-à-dire que la probabilité d'occurrence d'une défaillance grave doit être inférieure à 0,00000001 pour une heure donnée, taux 10 fois inférieur à la moyenne européenne de régulation des produits défectueux.

Pour cela, ils comptent sur le « deep learning », technique déjà utilisée par les « digital native » (Waymo, Tesla, Uber) basée sur des réseaux de neurones artificiels. En termes de développement informatique, on change de paradigme, passant du codage algorithmique classique de plusieurs millions de lignes à l'apprentissage de réactions à des millions de mises en situation de conduite étiquetées par des conducteurs avisés. Mighty AI, une start-up basée à Seattle, a une communauté en ligne de 300 000 personnes qui étiquettent soigneusement les images de scènes de rue. Tout véhicule neuf de Toyota vendu depuis 2018 filme tous les déplacements par les caméras embarqués et remonte les données au constructeur pour entraîner ses systèmes de deep learning. Ainsi beaucoup de big data et de petites mains (les ouvriers de l'IA ou les « Turcs mécaniques » comme les appelle Amazon) sont encore nécessaires pour alimenter l'IA des VA. Il n'y a pas que la quantité des données d'apprentissage qui intervient, mais aussi la **qualité des données d'apprentissage**. Des recherches récentes mettent en doute la robustesse de ces données. Si elles sont légèrement perturbées (on parle d'empoisonnement des données), elles peuvent être mal classées par le système d'IA. Par exemple un panneau « sens interdit » sur lequel on ajoute des autocollants a été reconnu comme un panneau « vitesse limitée à 50 km/h » lors d'un test effectué par une équipe de chercheurs américains en 2017. Donc en matière de sécurité routière, ce n'est pas très rassurant.

La simulation

Une des entreprises technologiques les plus en pointe en IA appliquée au VA est **Nvidia**. En mars 2018, Nvidia a présenté deux produits de la conduite autonome : le serveur DGX-2 dédié au deep learning d'une puissance de calcul exceptionnelle selon la norme d'aujourd'hui, et la plateforme de simulation Drive Constellation. Elle comporte un module chargé de simuler des données (Drive Sim) comme si elles provenaient de vrais capteurs pour enrichir les algorithmes servant aux véhicules et un module de simulation (Drive Pegasus) permettant de tester un nombre élevé de scénarios.

Un autre simulateur de conduite autonome de référence mondiale est celui choisi par le géant chinois **Baidu** : la plateforme 3D Unity. Elle servira à tester des scénarios complexes et à entraîner les systèmes de conduite de Baidu dans le cadre de son consortium Apollo. Le simulateur est analogue à ceux que l'on trouve dans le domaine aérien. L'entraînement des systèmes de conduite autonome en environnement virtuel présente de nombreux avantages comme de collecter des données beaucoup plus rapidement qu'avec des expérimentations en conditions réelles et de tester une infinité de scénarios, dont certains impossibles à faire en conditions réelles. De plus, 3D Unity dispose déjà de toutes les données numériques nécessaires pour construire un monde virtuel, par exemple des panneaux de signalisation aux piétons, sans oublier les différentes conditions météorologiques.

En Allemagne, le groupe **BMW** a investi dans le développement d'un nouveau simulateur dynamique de pointe pour les besoins liés aux voitures autonomes. Ce simulateur rejoindra le nouveau centre de simulation

en cours de construction à Munich pour un coût de 100 millions d'euros. Sur 11 400 m², le centre hébergera une **quinzaine de simulateurs** dont celui sur le VA. Le but de ce simulateur est de mieux adapter les interfaces homme-machine aux comportements humains et de tester en laboratoire une multitude de scénarios qui n'étaient auparavant possibles que sur la route.

Là on parle de simulateurs technologiques développés par les industriels. A un niveau plus stratégique sur la mobilité, il y a une lacune en France de **modèles de simulation de scénarios du VA** (par exemple des flottes massives de véhicules autonomes et partagés). Les modèles classiques à 4 étapes sont limités et peu adaptés à la modélisation fine des nouvelles mobilités et du VA. Il y a sans doute un investissement important à consacrer pour développer un outil de modélisation des déplacements permettant de répondre aux questions sur les cas d'usage et d'en faire **une référence française au niveau mondial**. L'étude de l'ITF-OCDE sur Lisbonne est devenue une référence mondiale. Des logiciels du commerce comme PTV Maas Modeler [**Fiche 21**] ou l'outil MATSim en open source permettraient de le faire à condition d'y mettre le prix et les ressources humaines.

Des technologies perfectibles

- On sait aussi que le **Lidar** est actuellement défaillant lorsqu'il y a de la neige. Les VA ne peuvent donc circuler en période de neige que si le territoire a été parfaitement cartographié en 3D au préalable.

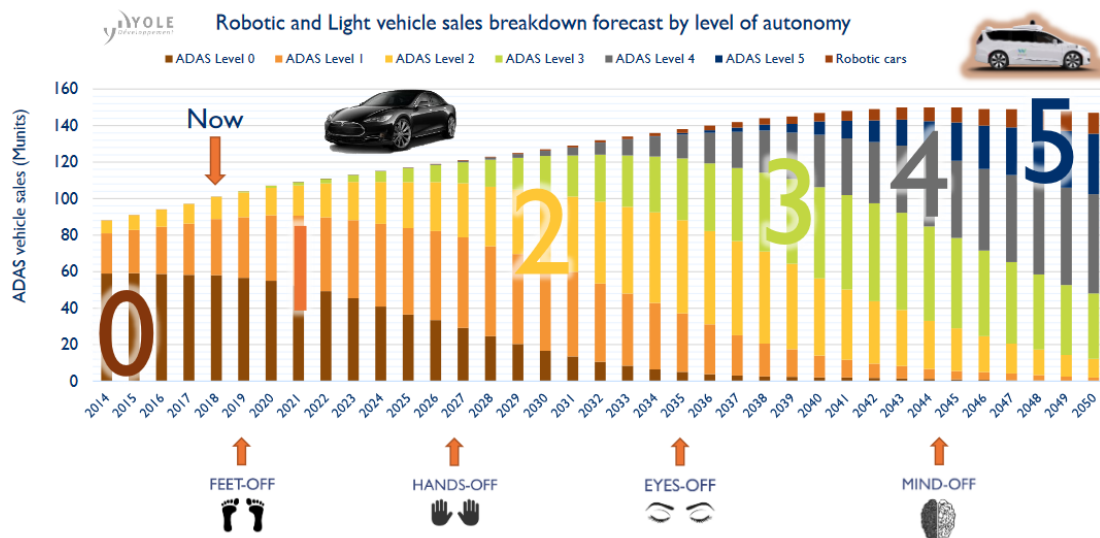
- Le déploiement progressif du système satellitaire européen **Galileo** interoperable avec le GPS américain, le Glonass russe et le Beidou chinois permettra à terme une précision spatiale inférieure à 4 cm s'il est associé à des technologies de précision augmentée comme celle proposée par la start-up française Geoflex. Le guidage des VA n'en sera que plus facilité. On pourra distinguer sur quelle file d'autoroute circule un VA.

- La cartographie très précise est également une nécessité car un véhicule autonome doit connaître parfaitement son environnement. A l'heure actuelle, les véhicules ne sont pas capables d'évoluer sans risque dans des espaces qu'ils ne connaissent pas du point de vue cartographique. C'est la raison pour laquelle les expérimentations ont lieu sur des autoroutes, sur circuit fermé ou dans des espaces réduits déjà cartographiés finement. L'un des enjeux à venir sera d'établir des **cartographies Haute Définition (HD) des villes** suffisamment précises pour que les VA puissent s'y déplacer sans devoir reconstituer en temps réel son environnement (cartographie dynamique), et de veiller à leur mise à jour de manière fréquente. Le fondateur de Tesla, Elon Musk, lui, ne croit pas à l'utilité de la cartographie. Pour lui, les capteurs suffisent.

- Par ailleurs, l'automatisation peut exister sans **connectivité**, comme l'a prouvé la Google Car qui a circulé sur les routes américaines sans infrastructure connectée V2I en se limitant à la perception instantanée. Mais la connectivité avec l'infrastructure est en fait vitale pour aider à l'anticipation (l'Institut VEDECOM parle de « **perception étendue** »), garantir la sécurité et tirer pleinement parti du potentiel des véhicules autonomes. L'apport de la connectivité, notamment permise par les technologies de communications de courte portée DSRC, ITS-G5 (Wifi routier) ou C-V2X et la technologie de longue portée **5G** qui permet un temps de transmission inférieur à la milliseconde, aide à la fois à enrichir et compléter les informations captées par les véhicules, à partager largement et faire remonter les données aux autres véhicules, aux gestionnaires d'infrastructure et de flotte, pour privilégier une gestion collaborative et efficace de l'information routière. Non seulement indispensable pour la cartographie dynamique, la 5G l'est également pour permettre le téléchargement quasi-immédiat de données lorsque l'on passe une frontière au risque de bloquer le système de conduite autonome, les opérateurs de télécommunications n'étant pas toujours les mêmes d'un côté et de l'autre de la frontière. Mais la 5G n'est pas encore déployée en France (les fréquences ne seront attribuées que fin 2019 ou 2020 alors qu'elles l'ont déjà été en Italie par exemple) et nécessite encore de nombreux investissements. La Grande-Bretagne évoque l'horizon 2035 pour une couverture totale de son territoire. Enfin, des améliorations sont encore à apporter sur les algorithmes de fusion de données à partir des données issues des différents capteurs (lidar, caméras, radar, ultra-sons, GNSS, V2X).

Début du déploiement du niveau 5 : pas avant 2040

Selon des prévisions de Yole Development (consulting et études de marché dans les hautes technologies), le niveau 5 ("mind-off") ne commencera à se déployer que dans 20 ans.



Le projet « Paris Region Road 5.0 Initiative »

L'adaptation des infrastructures pour les rendre **communicantes**, ainsi que l'amélioration et la sécurisation des technologies de connectivité, sont des étapes indispensables pour mettre en place un écosystème optimal pour le déploiement des véhicules autonomes. Ainsi, le projet « Paris Region Road 5.0 Initiative » porté par la Région et voté en octobre 2018 est une bonne initiative. Il vise à permettre aux véhicules autonomes de circuler sur le réseau routier d'intérêt régional. En particulier, il prévoit pour 1,8 M€ le déploiement de connectivité (unités bord de route, systèmes centraux) et la construction d'une cartographie numérique haute définition [Fiche 12].

Une sécurité pas encore infaillible

Des tests effectués en 2017-2018 par la Fondation **Maif et l'Utac-Ceram** (Union Technique de l'Automobile, du Motorcycle et du Cycle - Centre d'Essais et de Recherche Appliqué à la Mobilité, qui est l'organisme chargé de procéder aux essais de conformité des véhicules avec la réglementation) sur plusieurs voitures à autonomie partielle commercialisées montrent que des **progrès** doivent encore être réalisés par les constructeurs et autres sociétés technologiques. Quatre véhicules de niveau 3 ont été testés, Tesla Model S, BMW Série 7, Mercedes Classe E et Volvo S90, sur leurs capacités de freinage d'urgence et de conduite autonome. Par exemple, la pire situation était le test d'un véhicule obstacle placé de manière perpendiculaire à la voie, ce qui peut par exemple arriver après un accident. A part Tesla qui freine à temps jusqu'à un peu moins de 120 km/h, les autres voitures "n'identifient pas l'obstacle et foncent dessus comme s'il n'y avait rien, alors qu'on ne peut pas imaginer que les capteurs ne l'aient pas vu", s'étonne un représentant de la Maif.

Les fondamentaux comme le marquage au sol

Au-delà de la technologie, il faut des routes bien entretenues. Ainsi une action publique simple à mener sur les routes mais indispensable au fonctionnement sécurisé des VA consiste à rendre le **marquage au sol** net partout pour qu'il soit identifié correctement par les caméras embarquées. Le deuxième accident mortel aux Etats-Unis qui impliquait une Tesla en mode Autopilot serait dû à un marquage au sol défectueux, les caméras l'ont mal suivie et la voiture a foncé dans un bloc de béton, tuant son conducteur.

2.8 Des préoccupations en matière de cyber-sécurité et de responsabilité

Les VA soulèvent de nouvelles préoccupations en matière de cyber-sécurité. La crainte est qu'ils pourraient être **détournés ou sabotés à distance**. En 2015, des chercheurs de l'Université de Virginie associés à des spécialistes de sociétés privées (Mission Secure et Perrone Robotics) ont montré qu'ils pouvaient pirater et contrôler à distance un véhicule connecté en pleine course. Les constructeurs prennent donc la cyber-sécurité très au sérieux et disent que les multiples systèmes de contrôle et de commande **redondants** qu'ils construisent offriront une protection élevée. Si une partie quelconque du véhicule commence à se comporter étrangement, pour quelque raison que ce soit, il est programmé pour s'arrêter automatiquement. On peut penser qu'il sera plus facile pour un terroriste d'utiliser un véhicule ordinaire pour tuer des personnes que de prendre le contrôle d'une voiture autonome. Mais au fond nul n'est vraiment rassuré.

Le VA pourrait également empiéter sur la liberté en envahissant la vie privée des gens. Les gestionnaires de flottes de VA connaîtront tous les déplacements et caractéristiques de leurs passagers. Les forces de l'ordre auront accès aux données des VA comme elles l'ont déjà sur nos smartphones.

L'autre grande question non complètement résolue à ce jour est celle de la **responsabilité en cas d'accident**. Le responsable est-il le conducteur, le gestionnaire de la flotte, le constructeur, l'équipementier ? Le concept de « responsabilité distribuée » a été énoncé. Les Allemands demandent la mise en place de « **boîte noire** » enregistreuse pour déterminer qui du conducteur ou du robot était actif au moment d'un accident. Des premières pistes sont proposées dans la loi Pacte (voir partie 3).

2.9 Des expérimentations en France encore trop timides

Sur site fermé, à vitesse très lente, les expérimentations de véhicules autonomes menées jusqu'à maintenant en France apparaissent plus comme des **gadgets** que comme des démonstrateurs prouvant leur utilité. Elles n'apportent rien en termes d'acceptabilité et sont finalement peu connues du grand public. Elles permettent néanmoins aux acteurs de tester leurs technologies et de les améliorer. Nous sommes encore très loin du niveau d'expérimentation aux Etats-Unis. **Nous n'avons pas atteint le niveau de distance parcourue et de retour d'expériences de la Google Car d'il y a 6 ans**. Des expérimentations plus proches des cas d'usage réel et répondant à des besoins sont nécessaires, par exemple une flotte de VA sur les voies rapides (déjà amorcée avec le projet national Scoop@F), des liaisons spécifiques comme Paris-Roissy ou Roissy-La Défense, mais aussi une aire d'expérimentation et en circulation ouverte et non plus seulement sur un seul itinéraire réservé.

Un autre problème rencontré par les pouvoirs publics est qu'une expérimentation n'est pas **une fin en soi** et qu'il faut réfléchir dès le début aux suites à donner après l'expérimentation. Si la solution testée de VA est probante en termes de réponse à une demande, de modèle économique, de sécurité, alors elle a vocation à être pérennisée voire déployée de manière plus massive. C'est bien le souci des nouveaux acteurs privés qui veulent bien prendre le risque d'investir dans des démonstrateurs mais veulent aussi aller plus loin avec l'Etat et les collectivités locales. La **transformation de l'essai** pose alors les questions des autorisations administratives et surtout de la commande publique adéquate. Nous évoquerons dans la partie 3 le dispositif de « **Partenariat d'innovation** » qui pourrait être une solution à ce problème.

Enfin, au-delà des démonstrateurs qui sont nécessaires en conditions plus réelles sur route ouverte (c'est le cas de l'expérimentation à Rouen), il nous semble qu'il manque en Île-de-France un **outil de simulation** puissant permettant de tester tout type de scénarios de VA dans des environnements urbains complexes, en particulier des flottes massives de VA, et d'évaluer leurs impacts sur les reports modaux et la réduction du trafic automobile. Autre type de simulation : on a déjà évoqué la plateforme américaine de Nvidia, la plateforme chinoise 3D Unity de Baidu mais plus près de nous à Londres, le projet de modélisation OmniCAV à 6 millions d'Euros se met en place progressivement.

Projet OmniCAV

C'est un projet anglais de simulation du VA qui a commencé en octobre 2018. Développé par un consortium de 11 partenaires (laboratoires et sociétés privées), il vise à créer une plateforme de simulation 3D représentant l'environnement urbain de la manière la plus réaliste possible, en utilisant les technologies de l'IA. Coût : 6 millions €, dont 4 de subvention du gouvernement britannique. L'objectif à terme est de disposer d'un outil de test et d'homologation, mobilisable par les autorités compétentes, les constructeurs et les assurances pour encadrer et accélérer le développement des VA [Fiche 20].

La France **manque de références** au niveau mondial tant en matière de simulations technologiques (plutôt de la compétence des industriels) que de simulations de trafic (plutôt par les autorités organisatrices de la mobilité). Néanmoins, elle n'est pas en reste grâce à des entreprises innovantes. Ainsi, pour l'homologation des VA, deux entreprises françaises se distinguent : OPTIS avec leur logiciel VRX et AVSimulation avec leur logiciel de simulation de conduite SCANeRTM et leur logiciel ROADS développé spécifiquement pour Renault [Fiche 21].

3. Leviers réglementaires

Pour lancer une expérimentation de VA en France, il est indispensable de connaître la réglementation. Elle va connaître des évolutions significatives en 2019 au travers des lois Pacte et Lom. Au préalable, nous rappelons brièvement les cadres réglementaires international et européen de manière factuelle.

3.1 Le cadre réglementaire international

Deux éléments majeurs du cadre réglementaire du véhicule autonome relèvent du niveau international, et notamment de l'ONU :

3.1.1 Les règles de circulation routière

- Convention internationale sur la circulation routière de **Vienne** datant de 1968 qui traite entre autres du rôle du conducteur (**article 8**), de ses tâches et de l'ensemble des règles de circulation.

- Un texte en évolution : un amendement de la CEE-ONU du 23 mars 2016 inclut dans l'article 8 de la Convention la possibilité pour le conducteur d'être aidé dans la réalisation des tâches de conduite et dans le contrôle du véhicule, par des systèmes d'aide à la conduite. L'article 8 stipule toujours que « tout conducteur doit constamment avoir le contrôle de son véhicule ou pouvoir guider ses animaux. ». Mais un amendement de la CEE-ONU (**article 5b**) énonce qu'« à compter de ce jour (le 23 mars 2016), **les systèmes de conduite automatisée seront explicitement autorisés sur les routes**, à condition qu'ils soient conformes aux règlements des Nations Unies sur les véhicules ou qu'ils puissent être contrôlés voir désactivés par le conducteur. »

Cet amendement est interprété différemment selon les États européens. Certains Etats comme la Finlande considère que l'amendement autorise un téléopérateur qualifié pour surveiller les opérations à distance d'un VA sans conducteur.

3.1.2 La réglementation technique des véhicules

- La norme CEE-ONU (WP29) dont le Règlement 79, relatif aux équipements de direction des véhicules, traite des principaux enjeux de l'automatisation.

- Le processus d'élaboration et de validation de la norme CEE-ONU très long, au regard du rythme de déploiement anticipé du VA, pose la question d'un régime transitoire de portée européenne.

A ce titre, la France a proposé en juin 2017 à la CEE-ONU une évolution de la réglementation technique internationale dans un nouveau cadre permettant de passer d'une approche par module à une approche système à même de traiter la diversité des cas d'usage qui se profilent, en les distinguant en deux principales catégories : environnements de circulation ouverts et complexes ; parcours de circulation prédéfinis dont la sécurisation est maîtrisable pour le cas d'usage concerné.

3.2 Le cadre réglementaire européen

L'action européenne en matière de développement du véhicule automatisé et connecté est particulièrement importante :

- dans le domaine de l'homologation des véhicules (exigences de sécurité routière et homogénéité),
- dans le domaine de l'accès et de l'échange des données (interopérabilité, garantie de sécurité et respect de la vie privée).

Elle a mobilisé, jusqu'à présent, trois principaux registres sur le sujet de la réglementation :

- le cadre de la directive 2010/40 sur la spécification des services d'information prioritaires pour les objectifs de sécurité routière, de gestion des réseaux, et de développement de l'intermodalité,
- le cadre des projets pilotes financés par le mécanisme d'interconnexion européen (Connecting Europe Facility – CEF) : développement de spécifications fonctionnelles et techniques des cas d'usage ou des services,
- le cadre d'un dialogue entre acteurs (C-ITS platform) : identification des politiques publiques à mettre à l'agenda européen.

Depuis 2016, l'action européenne se situe dans une logique de convergence entre automatisation et connectivité du véhicule. Trois principaux cadres de travail ont été mis en place :

- les travaux de GEAR 2030, portés par la DG GROW, ayant notamment pour objet de proposer des recommandations réglementaires pour le développement du véhicule autonome et connecté,
- les travaux dans le domaine des systèmes de transports intelligents coopératifs (C-ITS), portés par la DG Move, notamment avec le projet de règlement délégué de la directive 2010/40 (sécurité, données à caractère personnel et respect de la vie privée, évaluation de la conformité...),
- les travaux réunissant les acteurs de l'automobile et des télécommunications, sous l'égide de la DG Connect, sur l'apport des communications cellulaires.

3.3 Le cadre réglementaire français

3.3.1 Le rapport Idrac

Mme Anne-Marie Idrac a été nommée Haute Responsable pour la stratégie de développement du véhicule autonome en novembre 2017. Dévoilées dans son rapport final en mai 2018, les orientations stratégiques pour l'action publique en matière de développement des véhicules autonomes inscrivent **comme objectif stratégique la circulation d'ici 2020 de véhicules autonomes de niveau 3 et d'ici 2022 de véhicules autonomes de niveau 4**. Ce qui nécessite d'accélérer les expérimentations. Il s'agit de faire évoluer progressivement le cadre législatif, le code de la route, le code des assurances, en fonction de la maturité des technologies.

Concrètement, après une première phase (2014 à 2017) destinée à valider la brique technologique en situation réelle, le déploiement de cette stratégie franchit une **nouvelle étape**, avec pour objectif de diversifier les cas d'usages et de tester la conduite par des conducteurs non-experts et même, sans conducteur.

Les orientations stratégiques de l'Etat vont nécessiter rapidement des adaptations réglementaires sur deux points :

- le **code de la route** : un groupe de travail piloté par le Ministère de l'Intérieur, associant notamment les Ministères de la Justice, des Transports et de l'Industrie, en concertation avec tous les acteurs concernés, avec prise en compte des travaux CEE-ONU (WP1) et lecture et amendements nécessaires à la Convention de Vienne. Par exemple, respect automatique des règles par les VA, connaissances des conducteurs de VA, distance minimale entre véhicules. Mais déjà, l'article R322-3 a été modifié pour autoriser « la circulation à titre expérimental d'un véhicule à délégation partielle

ou totale de conduite, dit certificat « WW DPTC », ou d'un certificat de transit ou d'un document équivalent délivré par les autorités compétentes d'un Etat membre de l'Union européenne.

- la définition d'un **régime de responsabilité civile** précisant les tâches et les responsabilités respectives du conducteur, du système automatisé, incluant éventuellement la supervision, des gestionnaires ou exploitants d'infrastructures et des constructeurs de véhicules et équipementiers. La réglementation des **assurances** indique que le seul responsable, en cas d'accident, est le conducteur, rejoignant le code de la route. Il faudrait que l'assurance devienne un produit rattaché au véhicule, pas forcément à son propriétaire ou son conducteur, en individualisant ses garanties. Le régime de responsabilité pénale devra être adapté en fonction des évolutions du rôle respectif du conducteur et du système automatisé et des cas d'usage correspondants. Ainsi, si le droit doit s'adapter aux évolutions technologiques de la société, le monde de l'assurance devra lui aussi s'adapter. D'ailleurs, certains assureurs commencent à proposer des contrats spécifiques et des primes en baisse aux automobilistes possédant des systèmes d'aide à la conduite. Demain, les assureurs devront sans doute changer leur modèle économique, pour suivre les évolutions en matière de responsabilité et survivre aux enjeux de la voiture autonome.

Les services du Ministère de l'Ecologie et l'ADEME travaillent depuis mai 2018 sur un **programme national** d'expérimentations à grande échelle, destiné à démultiplier les expérimentations sur tous les types de territoires et sur divers cas d'usage. Ce programme a été présenté **fin avril 2019**⁴.

3.3.2 Le projet de loi Pacte : l'approche « sandbox »

Petit rappel historique : dès 2013, la France a montré son intérêt pour les voitures autonomes. La loi sur la transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015 (TECV) a autorisé les tests des voitures autonomes sur la voie publique (« véhicule à délégation partielle ou totale de conduite »). La France a pris la mesure de l'annonce de la CEE-ONU du 23 mars 2016 pour autoriser le 3 août 2016, à travers une ordonnance, les expérimentations des voitures à délégation de conduite sur les routes françaises. Cette ordonnance prise en application de cette loi indique que la circulation à des fins expérimentales d'un véhicule à délégation partielle ou totale de conduite sur une voie ouverte à la circulation publique est subordonnée à la délivrance d'une autorisation destinée à assurer la sécurité du déroulement de l'expérimentation. Mais la France a pris du retard car ce n'est qu'un an et demi plus tard que le **décret du 28 mars 2018** a fixé les conditions de délivrance de cette autorisation. Néanmoins, en l'absence de cadre réglementaire clair, des **dérogations** étaient accordées par le ministère des Transports au cas par cas. De fin 2014 à fin 2017, le ministre chargé des transports a délivré quand même **51 autorisations** d'expérimentation (certificats d'immatriculation « W garage ») de véhicules à délégation de conduite dont :

- 26 concernent des voitures particulières (dont 11 en milieu urbain complexe, caractérisé par une grande diversité des situations de conduite) ;
- 15 concernent des navettes urbaines ;
- 10 sont des décisions modificatives afin d'étendre la durée de validité, le périmètre géographique ou le nombre de véhicules concernés par l'expérimentation.

Les expérimentations en France de la fin 2014 jusqu'à septembre 2018

Les constructeurs automobiles français sont ceux qui ont parcouru le plus de kilomètres. PSA a obtenu le feu vert des autorités dès juillet 2015. Ses VA (12 C4 Picasso) ont parcouru 180 000 km sur voies rapides. Renault dispose d'une flotte de six Espace et Talisman modifiés, qui ont circulé notamment en Île-de-France et sur l'A13 en Normandie. Son démonstrateur Symbioz a parcouru une dizaine de milliers de kilomètres. Renault ne souhaite pas communiquer le nombre précis de kilomètres parcourus par ses véhicules. C'est vrai que l'on est sans commune mesure avec l'expérience accumulée par Waymo (16 millions de km).

⁴ voir 4.1.4

Les équipementiers Valeo et Bosch ont aussi mené des expérimentations, à la fois sur routes ouvertes et sur circuits. Valeo dit avoir parcouru 80 000 km en milieu urbain, péri-urbain, sur autoroute et boulevard périphérique (expérience Cruise4U) et sur circuits (Amiens, Mortefontaine), avec des niveaux d'autonomie allant de 2 à 4. Il déclare aussi avoir mené une expérimentation de circulation autonome place de l'Etoile à Paris, c'est-à-dire dans la situation la plus compliquée où il est impossible de respecter le code de la route au risque de rester bloqué, ainsi que sur les voies sur berges (expérience Drive4U). L'Allemand, lui, concentre ses tests sur le circuit de Juvincourt, près de Reims, et ne communique pas sur les distances parcourues.

Les opérateurs de transports multiplient aussi les expérimentations mais de manière minimaliste : la RATP (bois de Vincennes [Fiche 3]), Keolis (parvis de La Défense [Fiche 2], quartier de la Confluence à Lyon), Transdev (centrale nucléaire de Civaux).

Les constructeurs spécialisés français Navya et Easymile mènent deux types de tests : la mise au point de leurs véhicules sur leurs bases de Toulouse-Francazal et Lyon, et la collaboration avec des collectivités privées et sociétés pour des cas d'usages ciblés (par exemple sur le site de Rungis [Fiche 5], à Issy-les-Moulineaux [Fiche 6], à Versailles-Satory [Fiche 8], dans le centre-ville de Verdun [Fiche 10]). Ce sont leurs navettes qui sont utilisées dans les expérimentations pilotées par les opérateurs de transports.

Enfin, des expérimentations sont menées dans le cadre de projets de recherche européens. L'institut Vedecom fait rouler une Renault Zoe autonome dans le quartier de Satory à Versailles (Yvelines) par exemple. Un projet regroupant Vedecom et SystemX a été lancé fin 2018 sur le plateau de Saclay [Fiche 7]. A Rouen, le projet Autonomous Lab, qui fait rouler des Zoe autonomes sur routes ouvertes, fédère Renault, Transdev et la Matmut, sous l'égide de la métropole de Rouen [Fiche 10].

Bilan chiffré

De fin 2014 à fin septembre 2018, **70 décisions d'autorisation** de délivrance exceptionnelle de certificats d'immatriculation "W garage" ont été prises, dont 51 jusqu'à fin 2017 et 19 depuis le début de l'année 2018.

Selon le ministère des Transports, plus de 200 000 km cumulés ont été parcourus par les différents véhicules d'expérimentation, uniquement sur autoroutes. C'est bien peu par rapport aux 13 millions de kilomètres des véhicules autonomes de Waymo. Mais il ne faut pas oublier que les acteurs français mènent des tests ailleurs qu'en France : Renault profite de la puissance de son alliance avec Nissan et Mitsubishi, PSA de son partenariat avec nuTonomy à Singapour, et la navette de Navya est testée dans de grandes villes à l'étranger comme à Helsinki en Finlande (projet Sohjoa) [Fiche 15]. Mi-2018, 89 Autonom Shuttle de Navya avaient été vendues à travers le monde.

Le projet de loi Pacte relatif à la croissance et la transformation des entreprises prévoit d'aller plus loin dans l'expérimentation (article 43). Le texte de loi devrait être définitivement adopté avant la fin du 1er semestre 2019.

Il s'agit « de passer à des tests de l'usage de ces véhicules avec des conducteurs non-experts, et de développer les expérimentations de navettes, avec supervision à distance ». Les expérimentations pourront donc être menées avec **des conducteurs inattentifs ou même sans conducteur**. On peut qualifier cette approche de « **sandbox** », terme du domaine de la sécurité informatique qui fait référence à un environnement de test pour logiciels ou sites Web.

Rappelons que la Convention de Vienne (1968) précise à l'article 8 que « tout véhicule en mouvement doit avoir un conducteur ». Ce conducteur étant défini comme une personne physique assumant la maîtrise de son véhicule, ce qui exclut aujourd'hui que soit reconnue la qualité de conducteur à un système de conduite. Avant la loi Pacte, le véhicule totalement autonome au niveau 5 (sans conducteur) ainsi que le niveau 4 (hautement automatisé, avec conducteur) ne sont pas autorisés à circuler sur route ouverte.

Le « conducteur à l'extérieur du véhicule »

Le projet de loi Pacte fait évoluer la **notion** de « conducteur à l'extérieur du véhicule », notion cardinale pour le droit routier et pour la détermination des responsabilités civile et pénale en matière routière. S'il s'agit bien d'un conducteur, pour satisfaire aux exigences de la Convention de Vienne sur la sécurité routière, ce

conducteur est chargé de la **supervision de l'expérimentation et non de la conduite du véhicule à proprement parler**, quand bien même il doit être en mesure d'en reprendre le contrôle en cas de nécessité. La reprise de contrôle à l'extérieur du véhicule est destinée à gérer les cas d'incidents et les situations dans lesquelles une immobilisation ou un déplacement en urgence du véhicule s'impose. Le conducteur situé à l'extérieur du véhicule doit être en mesure de **prendre le contrôle de celui-ci**, afin de le mettre en sécurité vis-à-vis de ses occupants, mais également des usagers de la route. La première expérimentation en France mettant en œuvre un contrôle à distance a lieu actuellement à Rouen mais, pour l'instant, avec un conducteur de supervision à bord.

Toutefois, dans un avis récent datant du 15 novembre 2018, le **Conseil d'Etat** rappelle que le cadre réglementaire est régi par la Convention de Vienne. Il attire l'attention du Gouvernement sur le fait que les futures dispositions à prendre par ordonnance, « ne pourront entrer en vigueur qu'après la révision de la Convention de Vienne sur la circulation routière (...) qui pourra seule permettre la circulation de véhicules hautement automatisés sur les voies publiques ». Cet avis s'inscrit dans la continuité d'un avis précédent du 14 juin 2018 préconisant que pour rester en conformité avec la Convention de Vienne, il fallait exclure les expérimentations supposant l'inattention du conducteur ou l'absence de conducteur.

Expérimentation de Rouen Métropole : le projet Autonomous Lab

Une expérimentation de véhicules autonomes a été lancée par Transdev et Renault près de Rouen depuis octobre 2017. La Métropole de Rouen également partenaire la présente comme une première en Europe car c'est un service de TAD à la demande, ouverte au public, sur route ouverte et à 30 km/h. Les véhicules sont des Renault ZOE autonomes qui réalisent trois boucles en ville, mêlées au trafic normal. Les véhicules sont supervisés à la fois depuis le véhicule (un conducteur de sécurité est toujours présent pour pouvoir reprendre la main en cas de besoin) mais aussi à distance, au poste de commandement central des transports en commun de Rouen. Si un conducteur est encore présent à bord aujourd'hui, il est prévu que plus personne ne soit derrière le volant dans une seconde phase (niveau 5 d'automatisation avec contrôle à distance). Voir [Fiche 9]

Des navettes autonomes sur les voies réservées aux bus

Le projet de loi Pacte autorise les expérimentations de navettes autonomes sur les voies réservées aux transports collectifs mais **pas de véhicules autonomes individuels**. L'objectif est aussi de laisser la main aux autorités locales de police de circulation pour juger de la pertinence d'une telle autorisation, sans mettre à mal la circulation sur ces voies.

Favoriser l'acceptabilité du VA

Le projet de loi Pacte prévoit aussi d'améliorer l'information du public sur la circulation de véhicule à délégation de conduite. Les acteurs des territoires sur lesquels se déroulera une expérimentation de véhicules autonomes en conditions réelles seront informés en amont de son déploiement. Une information qui a pour finalité de renforcer la sensibilisation des citoyens et qui a également une utilité pédagogique, en permettant aux usagers de s'habituer à la présence de véhicules autonomes dans leur environnement. Les modalités de l'information pourront être déterminées par voie réglementaire. L'expérimentation doit servir à évaluer la sécurité et l'**acceptabilité** de ces véhicules qui concerne aussi bien le passager que les autres conducteurs dans la période de transition qui verra circuler une mixité des véhicules avec et sans conducteur. Les données collectées doivent participer à cet objectif d'évaluation. Même Waymo qui a pourtant une bonne longueur d'avance est conscient de ce problème. Il a lancé un **programme pédagogique en 2017 appelé « Let's talk Self Driving »** en partenariat avec l'Agence nationale pour la prévention sanitaire (NSC) et des associations de citoyens les plus susceptibles d'utiliser le VA telles que la Fondation pour les enfants aveugles, la Fondation Mères contre l'alcool au volant, la Fondation pour l'amélioration de la vie des seniors, l'Association américaine des automobilistes (AAA). Ce programme pédagogique vise à montrer que le VA peut apporter des bénéfices en matière de sécurité routière et des avantages à la mobilité au quotidien et la mobilité inclusive. Le site internet letstalkselfdriving.com est un **modèle de pédagogie** dont pourrait s'inspirer la France.

Clarification de la responsabilité en cas d'accident

La loi prévoit de clarifier le régime de responsabilité pénale en cas d'accident pendant les expérimentations. Elle contient une disposition qui **exonère pénalement** le conducteur d'un véhicule autonome des infractions commises pendant les périodes où le système de délégation de conduite, qu'il a activé conformément à ses conditions d'utilisation, est en fonctionnement. C'est donc le **titulaire de l'autorisation**, et non le "conducteur" qui sera responsable en cas d'accident pendant les phases de conduite déléguée. Mais le conducteur sera à nouveau responsable "dès que le système de délégation de conduite lui demandera de reprendre le contrôle le véhicule" avec un délai de réaction à définir dans chaque cas. Après le 1er janvier 2019, les certificats "WW Garage" seront remplacés par des certificats "**WW DPTC**" (pour "délégation partielle ou totale de conduite").

3.3.3 Projet de loi Lom

Le projet de loi d'orientation des mobilités (Lom) qui est débattu au Parlement début 2019 prévoit de réviser le cadre actuel de l'expérimentation pour l'accompagner, au niveau législatif, de dispositions spécifiques en matière réglementaire et de responsabilité pénale :

- Code de la route : adaptation des dispositions en matière d'attention du conducteur et de supervision des véhicules,
- Expérimentations : élargissement des possibilités,
- Gestion des données : caractérisation des données d'intérêt général / protection des usagers,
- Information : caractère obligatoire de l'information usagers à la prise en main des véhicules.

Les véhicules autonomes rouleront « dans le respect de la Convention de Vienne, **entre 2020 et 2022** », c'est-à-dire avec des fonctions de conduite déléguées partiellement ou totalement à un système de conduite automatisé (exposé des motifs du projet de loi).

Un autre motif est énoncé comme suit : « Comblent le retard français en matière d'expérimentation de véhicules autonomes en conditions réelles. Pour ce faire, associer dans une logique d'innovation ouverte les différents acteurs de la mobilité (constructeurs, start-ups, opérateurs de transport, pouvoirs publics, etc.) afin de développer davantage de lieux et de programmes d'expérimentation et faciliter le financement des innovations ».

L'Etat prévoit en outre d'affecter une enveloppe de **50 millions d'euros** pour accompagner les innovations, les nouveaux services de mobilité et les véhicules autonomes connectés (rapport annexé au projet Lom).

Par ailleurs, la ministre chargée des Transports souligne que l'adaptation des infrastructures de transport aux besoins de nouvelles technologies, au-delà des expérimentations et des opérations pilotes, « est un enjeu essentiel pour la performance future des réseaux et l'attractivité de la France ».

Pour plus de précisions sur le projet de loi Lom

En l'état des travaux parlementaires en mars 2019, la question du niveau d'autonomisation élevée des véhicules n'est pas évoquée précisément dans le champ d'habilitation du projet de loi, ce qui peut néanmoins l'englober. Selon la rédaction actuelle et non définitive de l'article 12 du projet de loi, il est ainsi prévu, de façon relativement large :

*« Dans les conditions prévues à l'article 38 de la Constitution, le Gouvernement est autorisé à prendre par voie d'ordonnance, **dans un délai de douze mois** à compter de la promulgation de la présente loi, toute mesure relevant du domaine de la loi afin d'adapter la législation, notamment le code de la route, au cas de la circulation sur la voie publique de véhicules terrestres à moteur dont les fonctions de conduite sont, dans des conditions, notamment de temps, de lieu, et de circulation pré-définies, déléguées partiellement ou totalement à un système de conduite automatisé, notamment en définissant le régime de responsabilité applicable ».*

Dans un deuxième temps, ce sera donc l'**ordonnance** qui viendra préciser et définir les règles en la matière, à condition de paraître dans les 12 mois suivant la promulgation de la loi.

A ce stade, c'est l'**étude d'impact** du projet de loi, exposant notamment le contexte et les objectifs, qui donnent plus de détails sur les ambitions en la matière. On peut y lire :

« *Les objectifs poursuivis sont :*

- *qu'à l'horizon 2020, les véhicules particuliers de niveau 3 puissent circuler ;*

- *qu'à l'horizon 2022, les véhicules particuliers de niveau 4 puissent circuler ;*

- *qu'à l'horizon 2020, les véhicules de transport public sans conducteur à bord et dont la conduite est assurée par un système automatisé supervisé par des opérateurs depuis un poste de contrôle, puissent circuler.*

En particulier, pour le transport public, compte tenu de l'accélération du rythme d'expérimentations, l'enjeu est de permettre le déploiement de systèmes automatisés intégrés dans des services de transports, en développant un cadre législatif, réglementaire et technique assurant la sécurité des systèmes dans les environnements de circulation pour lesquels ils ont été conçus. Dans ces systèmes, outre les dispositifs embarqués, la supervision jouera un rôle essentiel pour assurer la sécurité de la conduite des véhicules. Le cadre devra permettre de valider des systèmes (i.e. incluant des composantes relatives aux véhicules, aux parcours, à la supervision) en tenant compte des spécificités et des mesures locales de maîtrise des risques (notamment des mesures attachées à l'infrastructure et aux conditions de circulation) ».

Dans ce même document, il est précisé que « *le cadre législatif et réglementaire qui sera mis en place, en application du présent article, pourrait être élaboré en fonction du degré d'avancement et de l'état de la réglementation européenne et internationale* ».

Ces deux projets de loi Pacte et Lom esquissent deux thèmes juridiques appelés à de nouveaux développements avec la montée en puissance du véhicule autonome : les régimes de responsabilité en cas de dommages et la mise à disposition des données. Les propositions de loi n'épuisent pas pour autant les sujets. De plus, il faut souligner que le droit ne permet pas de résoudre les questions d'éthique dans la programmation des véhicules à délégation de conduite, abondamment commentées dans la presse notamment, par rapport aux dilemmes éthiques en cas d'accident imminent.

3.4 Mettre en place une expérimentation en France: le parcours du combattant

3.4.1 Autorisations données par l'Etat

L'autorisation d'expérimentation doit être demandée à l'Etat.

A chaque demande, un processus lourd et complexe commence.

Depuis 2016, industriels et opérateurs de mobilité peuvent tester des voitures et navettes autonomes en France via des **dérogations**. Créé dans le cadre de la Nouvelle France Industrielle en 2014, un des 34 plans était consacré au véhicule autonome. Un groupe inter-administration instruisait les demandes d'expérimentation de véhicules autonomes et donnait son autorisation après examen de deux dossiers montrant que le véhicule et l'expérimentation sont sécurisés. Depuis début 2018 (décret du 28 mars), un nouveau cadre légal s'impose mais les entreprises ne font pas ce qu'elles veulent : **elles sont toujours soumises à des demandes d'autorisations auprès de l'Etat** puis à l'obtention des autorisations locales de la préfecture pour l'accès à la voirie. En pratique, selon les dires des pilotes d'expérimentations, la plupart des lois et décrets encadrant ces pratiques sont assez floues sur les conditions que doivent remplir les entreprises pour être autorisées à réaliser ces tests, qui sont laissées à l'appréciation de l'Etat.

Le **décret de mars 2018** donne les grandes règles, jusqu'alors officieuses, comme la nécessité de la présence d'un conducteur humain à bord ou à l'extérieur du véhicule et l'installation d'une boîte noire. La documentation est très formalisée. Le dossier de demande d'autorisation de circulation à des fins

expérimentales est adressé au Ministre chargé des transports et au Ministre de l'intérieur. Le dossier est constitué de **trois pièces** : un long questionnaire permettant de définir le type d'expérimentation et de véhicule, l'impact sur la voirie et la circulation ou encore les mesures prises en matière de sécurité routière et de cyber-sécurité ; une pièce de présentation technique du véhicule ainsi qu'une pièce d'explication détaillée de l'expérimentation. Par exemple, le dossier doit montrer que les véhicules seront équipés de boîtes noires (dont les données sont conservées en cas d'accident), fournir des comptes-rendus détaillés aux autorités et prouver que les conducteurs de secours recevront une formation appropriée.

La demande d'autorisation met en moyenne **trois mois** à être traitée. Même si le processus d'autorisation a été simplifié en France, il n'est pas encore dématérialisé et l'on **perd deux mois par rapport à d'autres pays**. Les demandes semblent d'ores et déjà plus nombreuses et, par conséquent un goulet d'étranglement administratif risque d'apparaître tandis que l'effectif administratif n'est pas renforcé (seulement deux personnes affectées). Le délai peut varier aussi selon la nature de l'expérimentation. Une demande de renouvellement d'expérimentation dans les mêmes conditions ou l'utilisation d'une navette déjà testée peuvent accélérer le processus. La demande d'autorisation est examinée par les services de trois ministères (Ecologie, Transports, Intérieur), par l'ANSSI, le gendarme français de la cyber-sécurité, ainsi que par le ou les gestionnaires de la voirie du lieu d'expérimentation et l'autorité compétente en matière de police de la circulation. Le ministère de l'Economie est également tenu informé, mais n'a pas son mot à dire. Sur la plupart des dossiers, ces différentes entités demandent des compléments et explications aux entreprises (par exemple sur l'installation de marquage au sol), ce qui ralentit encore la réponse. Une autre critique entendue sur cette procédure, en plus des délais trop longs, est le manque d'information sur l'état d'avancement de la procédure. Ainsi, VEDECOM a vécu un moment de stress intense avant l'inauguration de sa navette autonome à Satory devant leur MobiLab prévue le lundi 10 décembre 2018 car elle a reçu l'autorisation in extremis le vendredi 7 décembre.

Comment est évalué chaque dossier soumis ? L'administration ne possède pas d'experts du véhicule autonome à proprement parler. Même si la DGITM du ministère des Transports assure que les instructeurs des demandes d'autorisation ont acquis au fil des années "des compétences spécifiques aux véhicules autonomes", elle continue de consulter des experts dans les établissements publics de l'Etat, comme ceux du Cerema.

Le cadre des expérimentations s'est durci à mesure que les capacités des véhicules autonomes augmentent et que l'on s'approche de véhicules et services commerciaux. En particulier, le nouveau dossier de demande d'autorisation marque le renforcement de la vigilance de l'Etat en matière de **cyber-sécurité**.

Le détenteur d'une autorisation d'expérimentation doit présenter un **suivi périodique trimestriel** et un bilan final de l'expérimentation autorisée.

3.4.2 Demandes d'autorisations dans d'autres pays

A **Singapour**, la demande d'autorisation est complètement dématérialisée. De plus, il y a un interlocuteur unique qui est l'autorité organisatrice des transports qui instruit seule les dossiers.

En **Grande-Bretagne**, la demande d'autorisation semble assez simple. Le ministère des Transports a produit un « Code of Practice for Automated Vehicle Trialling » auquel les entreprises souhaitant mener une expérimentation doivent se conformer. Par exemple, il est nécessaire qu'un conducteur ou un opérateur, dans ou hors du véhicule, soit capable de reprendre le contrôle du véhicule à tout instant. Il faut aussi une boîte noire d'enregistrement. Le Code of Practice permet de définir les points de vigilance et les éléments à mettre en œuvre pour que l'expérimentation se passe sans difficulté. Mais il ne s'agit que d'un guide de bonnes pratiques, et tant que les autorités compétentes sont prévenues et que les prérequis généraux sont remplis (sécurité du système en autonomie, état de fonctionnement du véhicule, conducteur à bord ou téléopérateur etc...), rien d'autre n'est requis pour mener les expérimentations. L'Etat ne délivre même pas de numéro d'immatriculation spéciale pour les VA.

En **Allemagne**, les demandes d'autorisation sont faites pour obtenir une plaque d'immatriculation (l'équivalent du certificat « WW DPTC » en France) indépendamment de toute considération de périmètre géographique ou d'itinéraire. Une fois la plaque obtenue, le VA peut circuler sur toutes les routes d'Allemagne. Deux ministères fédéraux sont impliqués dans l'instruction des dossiers : le ministère des Transports et Infrastructures (BMVI) et le Ministère de l'Economie et de l'Energie (BMWi). L'entreprise doit présenter en guise de dossier un descriptif qui tient en 15 pages maximum. Il décrit les partenaires en jeu

ainsi que leur rôle et doit aborder les objectifs escomptés, le montage financier, la nature des tests ambitionnés et l'exploitation future des résultats. Une entreprise privée, VDI/VDE-IT GmbH, est mandatée par le gouvernement fédéral pour instruire les dossiers.

Aux **Pays-Bas**, la demande d'autorisation passe par une agence nationale appelée Autorité nationale du véhicule (RDW) qui est l'interlocuteur unique. L'« admittance procedure » est entièrement dématérialisée. Le dossier comprend quatre pièces, comme en France. L'exigence du RDW semble très élevée en termes de sécurité physique et de cybersécurité. Un essai du VA devant des experts du RDW est obligatoire.

3.4.3 Propositions pour accélérer le traitement des dossiers

Compte tenu des lenteurs et difficultés rencontrées en France dans l'instruction des dossiers de demande d'autorisation pour expérimentation, nous proposons les **mesures concrètes** suivantes pour accélérer les procédures administratives :

- Dématérialiser le dossier, notamment pour permettre l'accès aux dernières versions des formulaires.
- Désigner un interlocuteur unique dans l'administration pour chaque dossier.
- Obliger seulement à informer les gestionnaires de voirie de l'expérimentation mais ne pas demander leur autorisation. Ils seront contactés avant l'expérimentation sur leurs routes pour la mise en place.
- Si le dossier n'est pas complet, informer le demandeur au début de la phase d'instruction et non pas un ou deux mois après comme aujourd'hui.
- Mettre en place un suivi en ligne de l'instruction du dossier afin de connaître son état d'avancement.
- Si le dossier est quasiment identique à un dossier déjà déposé une fois (par exemple pour une demande d'élargissement de périmètre ou de prolongation dans le temps), réduire le délai à deux semaines au plus.

3.4.4 L'homologation

Bien conscient qu'il s'agit d'une industrie naissante, en pleine phase de R&D, et dont les bonnes pratiques restent à définir, l'Etat laisse encore de nombreuses **marges de manœuvre** aux entreprises et donc toute sa place à l'innovation. Par exemple, les ministères n'imposent aucune norme technologique ni configuration minimale en termes de nombre ou de types de capteurs (lidar, radar, laser...), de technologies de freinage d'urgence ou de logiciel de conduite autonome. **Donc au stade de l'expérimentation il n'y a pas d'homologation par l'Etat.** Les choix technologiques sont laissés à l'appréciation de l'entreprise. Elle n'a pas besoin de justifier que la configuration choisie est pertinente, mais s'engage sur le bon fonctionnement de l'expérimentation et sur sa capacité à reprendre le contrôle du véhicule en cas de défaillance.

En revanche, avant la commercialisation et le déploiement, il y aura une phase préalable d'homologation des VA. Préalable à toute immatriculation et commercialisation d'un nouveau modèle, la phase de test et d'homologation constitue une étape indispensable au déploiement de tout véhicule sur le marché. Cette procédure essentielle vise à vérifier que le véhicule respecte les réglementations techniques automobiles en vigueur en matière de sécurité, direction, freinage, mais aussi de signalisation et d'éclairage. Seul ce précieux sésame permet à un véhicule de circuler sur les routes publiques. **Les véhicules autonomes ne feront pas exception à la règle.** En France, l'Utac-Ceram est l'organisme chargé de procéder aux essais de conformité des véhicules et de leurs équipements avec la réglementation. Depuis 1990, l'homologation d'un véhicule par un Etat-membre de l'Europe via un service technique national comme l'Utac-Ceram en France vaut **pour l'ensemble de l'Union Européenne**. Il y a là sans doute un **risque d'homologation « low cost »** qu'il faudra lever.

La concurrence entre pays et constructeurs pousse à accélérer la définition des procédures d'homologation, même si des questions techniques restent posées. L'Utac-Ceram travaille depuis plus d'un an sur les réglementations pour homologuer les voitures autonomes de niveau 3 et 4. Aujourd'hui, tout nouveau véhicule, pour être homologué dans un pays européen, doit respecter une cinquantaine de règlements, définis par la CEE-ONU. Pour les véhicules autonomes de niveau 3 et 4, une dizaine d'essais supplémentaires sont envisagés. Le système de conduite autonome devra, par exemple, être capable d'évaluer lui-même le conducteur : est-il bien assis sur le siège conducteur ? A-t-il les mains sur le volant ?

Regarde-t-il la route ? En amont, ce sont des milliers d'essais et de simulations auxquels les constructeurs devront procéder pour s'assurer que leurs véhicules réagiront correctement à des centaines de situations dangereuses : freinage d'urgence sur un piéton, en roulant tout droit, dans un tournant, de jour, de nuit, par brouillard ... Des simulateurs pourraient remplacer certains tests en conditions réelles.

L'Utac-Ceram

Cet organisme privé et indépendant a été désigné par les pouvoirs publics en tant qu'unique organisme français d'homologation des véhicules. Mais il ne dispose pas d'un monopole car cette procédure, réglementée à l'échelon communautaire, est un marché concurrentiel et, à ce titre, ouvert à d'autres organismes agréés par les différents pays de l'Union européenne qui constituent les homologues de l'Utac-Ceram et donc des **concurrents**. Des interrogations peuvent se poser quant à la légitimité de ce marché concurrentiel qui, par les conflits d'intérêt inhérents, a engendré des **dérives et un laxisme quasi-généralisé**, comme le scandale des voitures diesel homologuées en matière d'émissions. Par manque de moyens, l'Utac-Ceram sous-traite certains tests au constructeur lui-même ... Il faut évidemment éviter que cela ne se reproduise en matière de sécurité des VA sous prétexte inavoué d'accélérer la mise sur le marché des VA, et pour cela donner plus de moyens à l'Utac-Ceram. L'Etat envisage d'ailleurs de confier à un autre organisme la responsabilité de définir les règles d'homologation, les tests restant dans le giron de l'Utac-Ceram.

Fin 2018, l'Utac-Ceram a lancé TEQMO, un nouveau centre d'innovation dédié au développement et à l'homologation des véhicules autonomes et connectés situé dans l'Essonne. Localisé au cœur de l'Autodrome de Linas-Montlhéry, TEQMO se compose de 12 kilomètres de pistes d'essais associées à des laboratoires ultra-modernes (environnement, sécurité, endurance).

Il s'agit aussi d'homologuer les **systèmes d'intelligence artificielle embarqués** qui vont piloter les voitures autonomes. Les constructeurs, comme c'est déjà le cas pour Tesla, pourront automatiquement et à distance installer des mises à jour logicielles qui en modifieront les fonctionnalités. Cela pose toute une série de questions, d'autant plus prégnantes depuis les deux crashes de l'avions Boeing 737 MAX en octobre 2018 et mars 2019, le logiciel anti-décrochage analysant les données des capteurs étant mis en cause. Tout constructeur automobile craint évidemment de vivre les déboires de Boeing. Comment donc homologuer un programme informatique qui évoluera en permanence ? Que se passe-t-il en cas d'absence de connectivité V2I ? Quels sont les protocoles qui protégeront ces logiciels d'une éventuelle **cyberattaque** ? La NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration), l'agence fédérale américaine des Etats-Unis chargée de la sécurité routière et de l'homologation des véhicules, insiste particulièrement sur ce point dans sa dernière note d'orientation sur la sécurité des systèmes de conduite automatique, publiée en septembre 2017. L'une des préoccupations de l'administration américaine consiste à s'assurer que le propriétaire d'un véhicule autonome n'installe pas lui-même un patch informatique ou un appareil qui pourrait nuire à sa sécurité. La NHTSA vient ainsi d'interdire un dispositif magnétique qui trompait l'« Autopilot » des Tesla en faisant croire que le conducteur gardait ses mains sur le volant ... Des propositions ont été faites dans le rapport du Sénat Rohfritsch-Batho (fin 2016) comme de rendre obligatoire l'**homologation des logiciels et algorithmes** pilotant tout ou partie du fonctionnement d'un véhicule et que les pouvoirs publics se dotent des compétences nécessaires à l'exercice de leur mission de contrôle. En effet, les services de l'État sont actuellement confrontés à un **déficit de compétences** en ce domaine. Parallèlement, il faudrait aussi que la France retrouve de l'influence à Bruxelles dans l'élaboration des normes automobiles, influence qu'elle a perdue peu à peu au bénéfice des autres pays européens, l'Allemagne en particulier.

3.5 Le cadre réglementaire américain

Au niveau fédéral

La réglementation au niveau fédéral est **plus souple** qu'en France. L'état d'esprit est que l'exigence de sécurité routière ne doit pas entraver l'innovation et les expérimentations. Ainsi le VA n'est pas tenu de respecter l'ensemble des règles de sécurité édictées par la FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards). Waymo affirme que ses VA sont déjà FMVSS-compatibles. Plusieurs pays n'ont pas ratifié la Convention de Vienne en 1968, dont les Etats-Unis, et à laquelle le Conseil d'Etat en France est manifestement très vigilant sur son respect. Il y a aussi l'Australie, la Chine, la Corée du sud, le Japon, ainsi que 4 pays de l'Union européenne (Chypre, Irlande, Malte et Royaume-Uni).

En même temps, le Congrès américain reste tolérant envers les entreprises qui expérimenteraient des VA non compatibles avec les standards de sécurité. Cela permettrait aux constructeurs automobiles américains de fabriquer des VA de niveau 5 (sans pédale sans volant) et de partir la course en tête dès 2019 devant les constructeurs asiatiques et européens. La Chambre des Représentants (« the House ») a ainsi voté une loi en septembre 2018, le **Self Drive Act**, qui autorise un déploiement massif de véhicules autonomes sur les routes américaines dans les années à venir. Elle devrait être votée sans difficulté par le Sénat, dont les membres de la majorité et de l'opposition au comité du commerce se sont accordés sur le texte début octobre.

Une fois cette loi mise en application, les Etats ne pourront plus réguler la conception, la construction et les performances des véhicules autonomes. Les entreprises du secteur seront autorisées à **s'affranchir des standards habituels** qui gouvernent la conception d'un véhicule, comme la présence obligatoire d'un volant et de pédales, à condition d'avoir obtenu une **exemption de la NHTSA**. Et surtout, la NHTSA, qui ne pouvait jusqu'ici accorder que 2 500 de ces exemptions, pourra désormais en délivrer jusqu'à 50 000 par constructeur lors de la première année suivant la promulgation de la loi, puis 75 000 la seconde et 100 000 la troisième. Pour compléter le tableau, la NHTSA a lancé fin octobre 2018 une consultation afin d'identifier les "barrières réglementaires inutiles" au développement des véhicules autonomes, "en particulier ceux qui ne sont pas équipés de contrôles adaptés à un conducteur humain".

Au niveau des Etats américains

Ensuite au niveau des Etats, l'expérimentation est plus ou moins facile. Avant même qu'une législation fédérale ne prenne forme, plusieurs Etats ont pris de l'avance. Dès 2016, la **Floride** a autorisé les tests de véhicules autonomes sans conducteur à bord, puis le Texas en septembre 2017. En **Arizona**, les autorités ont choisi le laisser-faire. Elles considèrent que les voitures autonomes sont des véhicules comme les autres tant qu'elles sont immatriculées, enregistrées auprès d'un conducteur qui en assume la responsabilité, et assurées. Certains États autorisent les tests au niveau 3, d'autres vont jusqu'à autoriser des véhicules au niveau 5 avec absence de conducteur de contrôle (cas de la **Californie** depuis le 2 avril 2018). En Californie, il y a une obligation pour l'entreprise de produire **chaque mois un rapport détaillé d'évaluation** de l'expérimentation (par exemple le nombre de reprises manuelles). Rappelons qu'en France, l'obligation du suivi est trimestrielle.

Dans l'ensemble, les États restent donc libres de légiférer comme ils le souhaitent, tant qu'ils respectent certaines directives émises à l'échelle fédérale, notamment des suggestions concernant la sécurité. En mai 2018, l'entreprise de VTC chinoise DiDi Chuxing a discrètement reçu l'autorisation du Department of Motor Vehicles (DMV) de Californie de tester des véhicules autonomes avec un opérateur à leur bord. Le même DMV vient d'autoriser en novembre 2018 Waymo à tester sa flotte autonome sans conducteur sur les routes publiques de Californie. De ce fait, Waymo devance ses concurrents, comme Uber, Didi ou General Motors, et devient la première société à obtenir ce permis en Californie. Après Detroit, Pittsburgh et Miami, Ford va déployer une flotte de véhicules autonomes à Washington DC début 2019. En fait les VA expérimentaux sont autorisés sur les routes tant que les entreprises qui les exploitent acceptent la responsabilité légale. Mais il est plus difficile d'avoir une autorisation à Boston dans le Massachusetts où les VA doivent passer des tests sur site pilote avant d'être mis sur la voirie publique. Cette idée de « **test de conduite** » avant de pouvoir prendre la route, on la retrouve aussi à Singapour. Le gouvernement de Singapour a adopté cette approche pratique pour se préparer à l'arrivée des VA. Cela ne garantit pas la sécurité mais établit un **standard minimum**.

Analogie avec les essais cliniques

Risquons une analogie avec le domaine du médicament et de ses essais cliniques. Un laboratoire pharmaceutique commence à mener des essais cliniques au cours desquels le nouveau médicament est soigneusement testé sur son innocuité et son efficacité sur un échantillon de vrais patients. Si les essais sont concluants, le laboratoire demande l'homologation. Par rapport à cette analogie, les VA sont actuellement au stade des essais cliniques, sans homologation pour le moment. Ainsi le risque est calculé. Il n'est pas possible de prouver qu'un nouveau médicament soit sûr à 100%, mais le risque vaut la peine d'être pris en raison des avantages que le médicament procure. Il en sera de même pour le VA. Après tout, le statu quo des véhicules conduits par des humains n'est pas sans risque (37 000 tués sur la route aux Etats-Unis par an).

Un code de la route pour le VA

Une autre réflexion au niveau réglementaire concerne le code de la route. Peut-on imaginer un code de la route spécifique au véhicule autonome ? L'aviation a bien des normes réglementaires mondiales, pourquoi pas le VA. La société technologique MobilEye a proposé un ensemble de règles appelé RSS (Responsibility Sensitive Safety) qui définissent la façon dont une voiture devrait répondre dans **37 scénarios d'accidents** possibles issus de la base de données des 6 millions d'accidents maintenue par la NHTSA, le régulateur de la sécurité automobile aux Etats-Unis, et souhaite que ces règles soient adoptées comme **standard industriel mondial**. Cela absoudrait les constructeurs automobiles de programmer des choix lors des dilemmes éthiques. Sans ces normes, chaque constructeur développera sa propre façon de traduire le code de la route qui a été conçu pour les humains en un code qui peut être suivi par des machines. Dans le même esprit, en France, le **rapport Villani** de mars 2018 « Donner un sens à l'IA – pour une stratégie nationale et européenne » propose une piste pour limiter les responsabilités des constructeurs : le partage de données et de référentiels de scénarios de conduite autonome entre constructeurs (page 31 du rapport). Ainsi, en cas d'accident, on se référerait à cette base de données validée collectivement comme étant l'état de l'art à une date donnée. La responsabilité du constructeur ne serait plus systématiquement visée.

3.6 Le cadre réglementaire allemand

L'Allemagne a modifié son code de la route en mai 2018 pour permettre la circulation des véhicules autonomes à travers diverses dispositions selon lesquelles :

- lorsqu'aucun dommage ne peut être évité, les vies humaines doivent être sauvegardées en priorité ; l'option retenue par le véhicule dans le « choix » des vies à préserver ne peut être fondée sur des caractéristiques personnelles (genre, couleur de peau, âge, condition physique ou l'état mental);
- une information continue du public sur le développement de nouvelles technologies et de leur déploiement est préconisée;
- un régime de responsabilité est défini (le fabricant est responsable dans le cas où le véhicule est piloté automatiquement);
- un délai de conservation des données est fixé;
- la présence d'une boîte noire dans le véhicule est imposée.

L'Allemagne a été comme la France signataire de la Convention de Vienne. Il est vraisemblable que la loi allemande n'autorise pas à ce jour d'expérimentations de véhicules autonomes sans la présence à bord d'un « conducteur de supervision ». Autrement dit, le niveau 5 n'est pas autorisé, et pour autoriser le niveau 4, le pays tente comme la France de **faire détricoter petit à petit la Convention de Vienne**.

3.7 Le cadre réglementaire ailleurs

En **Corée du sud**, la législation est prudente. Actuellement seule l'expérimentation de niveau 3 d'automatisation est autorisée.

La **Finlande** a une législation assez permissive en ce qui concerne les expérimentations du VA, comme en témoigne la loi « Transport Service Law » votée en 2018 qui autorise le contrôle à distance d'un véhicule autonome à la place conducteur à bord. Les autorisations sont accordées facilement. Toutes les routes sont ouvertes aux expérimentations.

En **Grande-Bretagne**, la Commission des lois réfléchit depuis mars 2018 à la phase d'après, c'est-à-dire à la mise sur le marché et le déploiement des VA. Elle se donne 3 ans pour produire des recommandations sur les sujets de sécurité, éthique, surveillance, maintenance des VA.

En **Nouvelle-Zélande**, les législateurs sont très ouverts aux expérimentations du VA. Le processus législatif est souple. Il existe une structure nationale appelée Agence des Transports de Nouvelle Zélande qui accompagne les entreprises dans le montage de l'expérimentation dans une attitude positive et agile afin de lever tous les obstacles. Les véhicules autonomes testés doivent être conformes à la réglementation dite « Land Transport » mais les mesures dérogatoires ou d'exemptions à cette réglementation sont nombreuses.

Aux **Pays-Bas**, une loi a été votée en septembre 2018 autorisant l'expérimentation de niveau 4 voire 5 avec obligation que le VA soit contrôlable à distance.

A **Singapour**, en février 2017, un cadre législatif temporaire d'une durée de 5 ans a été mis en place pour autoriser et encadrer les expérimentations au niveau 5. À la fin de la période, la loi sur les véhicules autonomes pourra soit être entérinée, soit prolongée, soit annulée.

Ainsi, les Etats signataires de la Convention de Vienne de 1968 ont chacun **leur propre interprétation** de l'amendement article 5b datant du 23 mars 2016 qui autorise les « systèmes de conduite automatisée ».

Pays	Niveau d'automatisation autorisé pour les expérimentations	Téléopération	Signataire Convention de Vienne
Allemagne	3	N	O
Corée du sud	3	N	N
Finlande	5	O	O
Grande Bretagne	4/5	N	N
Nouvelle Zélande	5	O	N
Pays-Bas	4/5	O	O
Singapour	5	O	N

4. Politiques d'aide des Etats et des collectivités locales

Dans le développement des véhicules autonomes, il n'y a pas que les entreprises qui sont en concurrence. Les **Etats** aux fortes industries automobiles et technologiques, conscients des enjeux économiques énormes qui accompagnent l'émergence des voitures sans chauffeur, sont aussi **en compétition**. Chacun veut permettre à ses champions d'être bien positionnés sur ce nouveau marché et à son écosystème local d'attirer les investissements.

Tous les grands pays se sont donc déclarés officiellement enthousiastes sur le sujet du VA, parfois au plus haut niveau de l'Etat (Président Barack Obama en 2016⁵, la Reine d'Angleterre en 2017, Emmanuel Macron en 2016 alors Ministre de l'Economie, le Premier Ministre japonais Shinzo Abe en juin 2018). Il n'y a pas que les grands pays. En mars 2018, l'Autriche, la Hongrie et la Slovénie ont signé un accord de partenariat pour expérimenter et développer ensemble une « région du véhicule autonome ».

Actuellement, les politiques d'aide des Etats peuvent être soit d'ordre législatif, soit d'ordre financier.

4.1 La législation pour faciliter l'expérimentation

Dans les pays les plus avancés sur le véhicule autonome, la facilitation se fait en partie au travers d'une législation plus ou moins permissive vis-à-vis des conditions d'expérimentation. À ce stade de développement, permettre les tests en conditions réelles, c'est aussi permettre de **faire progresser la technologie elle-même**. Il s'agit d'un levier de premier plan pour développer plus avant, pour mieux comprendre et pour préparer à l'adoption du véhicule autonome.

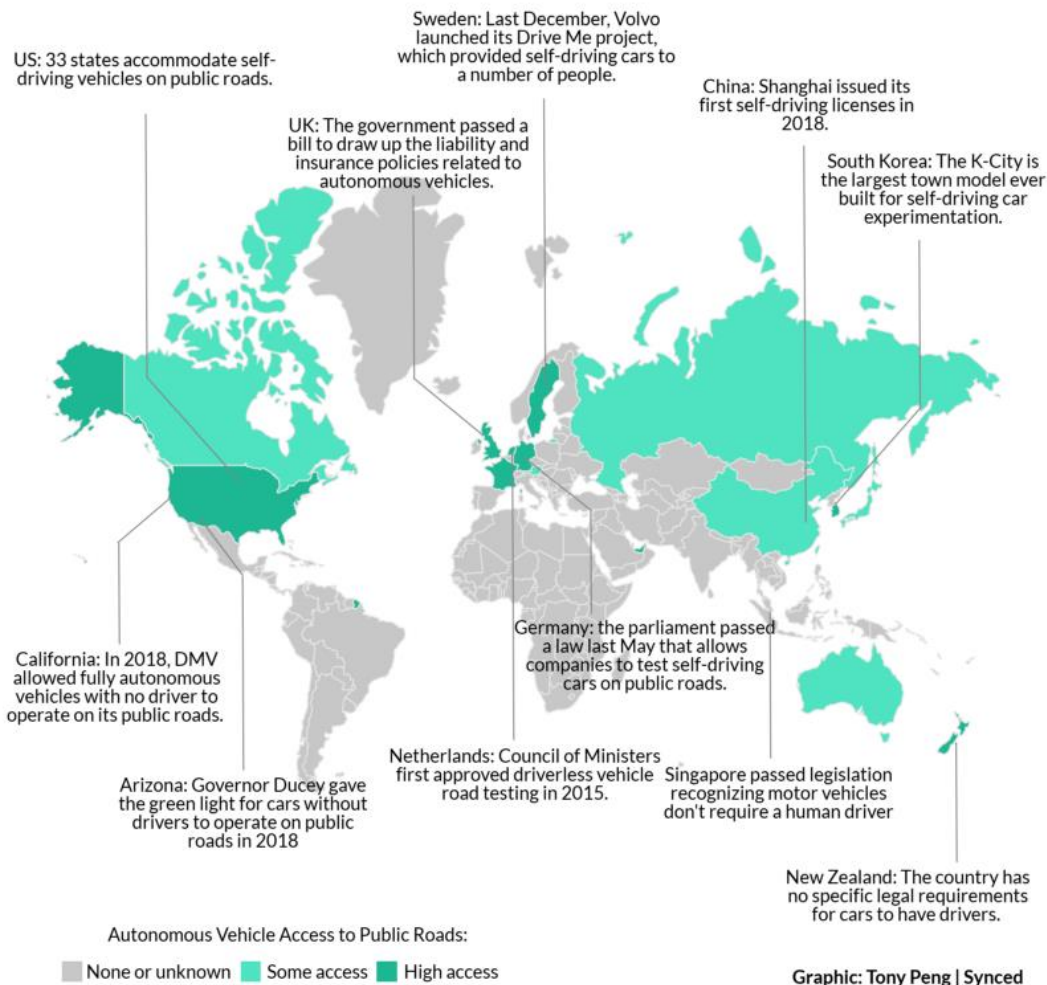
L'Allemagne s'est dotée en mai 2018 d'une loi sur les véhicules autonomes. Elle impose toujours qu'un humain soit présent à bord, mais autorise les tests de technologies pendant son trajet et ne requièrent pas qu'il garde les mains sur le volant, ce qui correspond au niveau 3 d'autonomie, voire 4 si le conducteur n'est plus vigilant. Le Royaume-Uni aussi aménage leur arrivée : le gouvernement britannique, qui souhaite les autoriser dès 2021, prépare une réforme de l'assurance automobile pour permettre à toutes les parties d'être couvertes en cas d'accident impliquant la conduite automatisée. Encore plus pressé, le Japon s'est fixé 2020 comme objectif de commercialisation des véhicules sans chauffeur, afin que l'industrie soit prête pour les Jeux olympiques de Tokyo. Il a commencé à autoriser en avril 2018 les tests de véhicules autonomes sans humains à bord (niveau 5), mais qui doivent être surveillés et contrôlés à distance.

Regardons d'un peu plus près le cas des Etats-Unis, de la Chine et de Singapour. Ces trois exemples sont néanmoins à relativiser : **aucun n'est signataire de la Convention de Vienne**. Ils ont donc une marge de manœuvre sans commune mesure avec les pays qui ont signé et ratifié la Convention en 1968, dont la France.

4.1.1 Les Etats-Unis

Les États-Unis représentent un très bon exemple quoique paradoxal de ce levier réglementaire. En effet depuis les premiers pas du véhicule autonome, les États-Unis sont sous le feu des projecteurs notamment grâce à la multiplication des expérimentations sur le territoire national. Cela remonte aux *DARPA challenges* qui mettaient en compétition plusieurs universités et grandes entreprises de la technologie dans l'élaboration de véhicules pouvant fonctionner automatiquement lors d'une course.

⁵ Le Président Barack Obama a annoncé en janvier 2016 au salon automobile de Detroit la création d'un plan national de soutien de 4 milliards de dollars échelonné sur 10 ans.



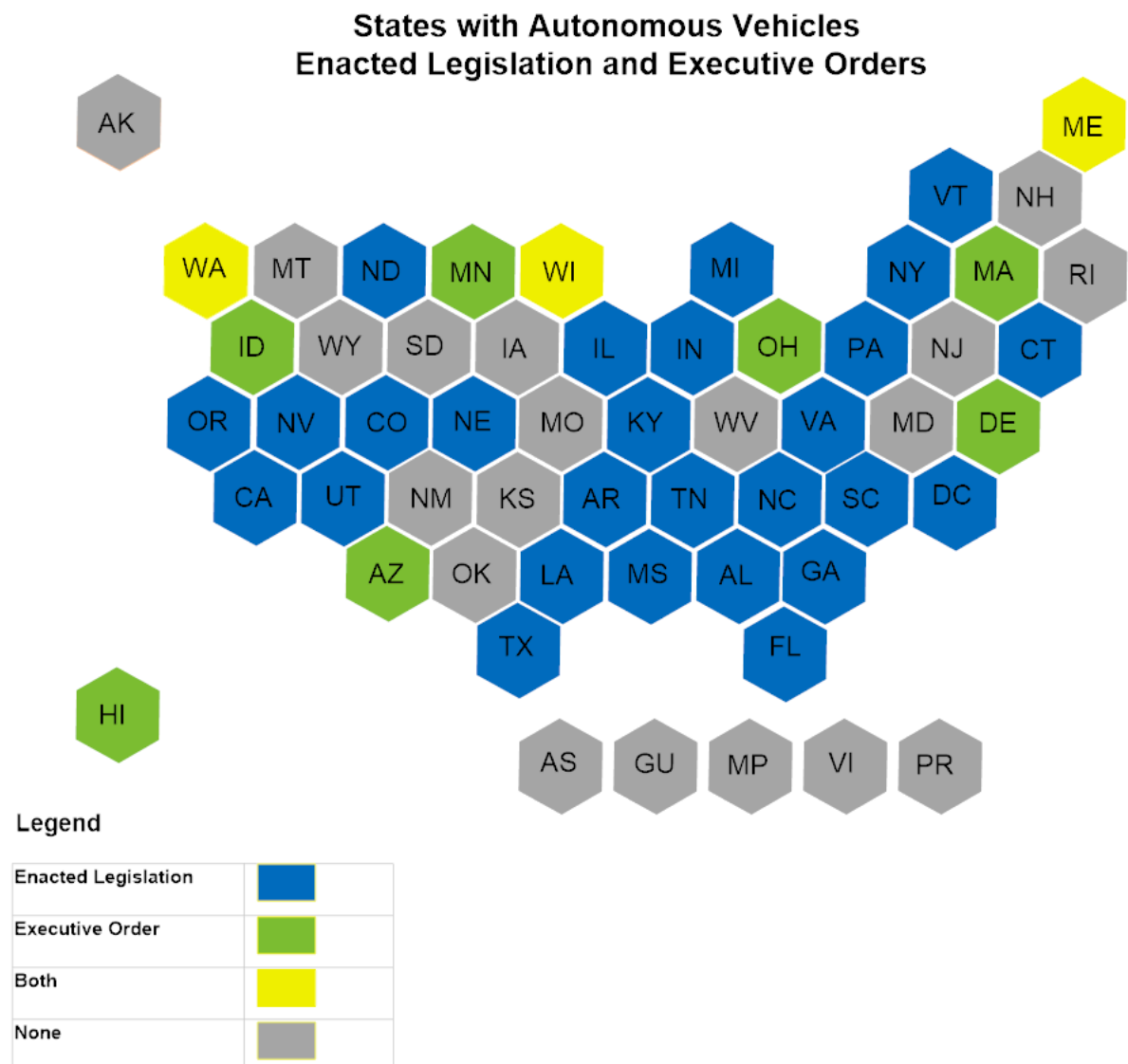
Source : *Medium.com*

Une coordination nationale difficile

Comme déjà évoqué dans la partie 3, à l'échelle nationale, la coordination est très complexe du fait de la structure fédérale du pays. Bien qu'elle permette aux différents États de statuer eux même sur ce nouvel enjeu, cela pose d'importants problèmes pour coordonner les efforts nationaux. Les acteurs du véhicule autonome doivent ainsi composer avec **50 législations différentes**, parfois à l'extrême opposée l'une de l'autre. C'est pourquoi des États comme la Californie (où ont été délivrées plus de 50 autorisations d'expérimentations), le Colorado, le Texas, l'Arizona ou encore le Michigan ont vu le nombre d'acteurs du VA se multiplier là où d'autres États ont, par la force de la législation, totalement verrouillé leur présence (voir les Etats en gris sur la carte ci-dessous). Les autorisations sont alors délivrées par les États en accord avec la législation localement en vigueur. La carte ci-dessus montre que **la Californie et l'Arizona ont autorisé le niveau 5 en avril 2018**. C'est l'Arizona qui apparaît comme l'Etat le plus permissif et on y trouve en effet de nombreuses expérimentations de Waymo, Uber, Lyft, etc.

Des États engagés dans la course à la compétitivité : la législation comme outil de marketing territorial

Si d'un côté on observe des États opposés à la présence de véhicules autonomes sur leur territoire, d'autres y sont fortement attachés. De là naît alors une **course technologique** qui implique une **compétitivité territoriale forte** et une mise en place « agressive » des réglementations. À l'échelle des États, la législation la plus permissive représente alors une incitation et un levier de premier plan pour l'implantation de pôles de développement liés à l'industrie du véhicule autonome



Si les différents États poussent pour assouplir les tests, c'est pour faciliter à terme la commercialisation des VA. **L'enjeu est bien la mise sur le marché.** Tout le monde se lance dans cette course, les constructeurs automobiles et les entreprises technologiques, mais aussi les États pour attirer les investissements.

4.1.2 La Chine

À l'opposé des États-Unis, la Chine n'est pas un acteur des premiers jours du véhicule autonome mais elle est en train de **rattraper son retard à vitesse grand V**. Elle ne procède pas non plus d'un État fortement décentralisé, bien au contraire. Depuis avril 2018, visant avant tout l'efficacité plus que la sécurité infaillible, elle a mis en place un cadre réglementaire qui permet d'élargir la portée des tests de véhicules autonomes.

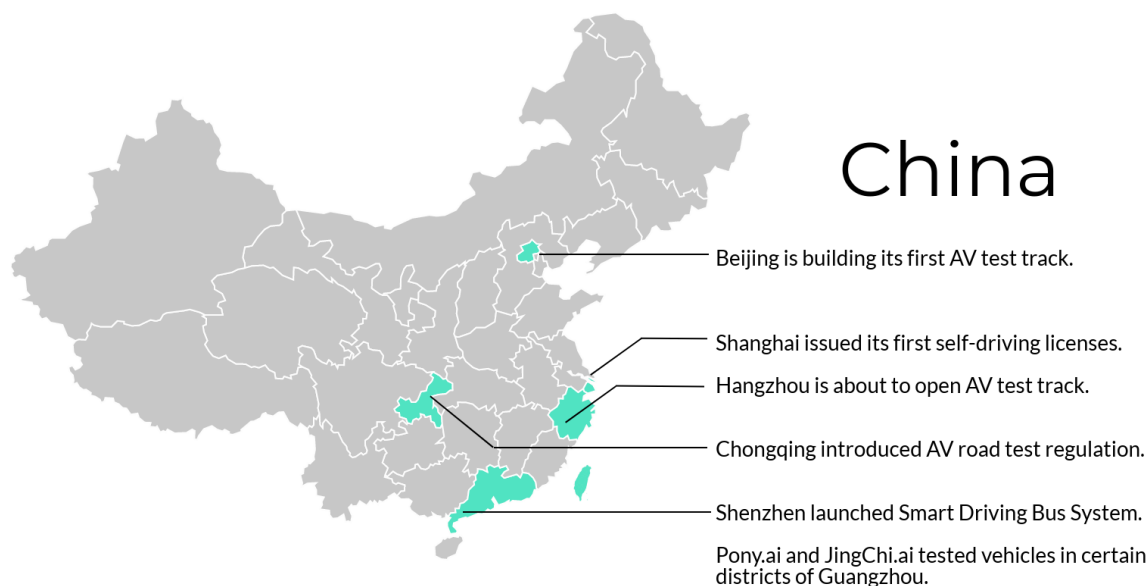
Elle avance avec résolution dans le domaine du véhicule autonome et devient un acteur de plus en plus important au travers de compagnies nationales telles que Baidu, Pony.ai ou encore JingChi.ai.

Des Municipalités qui ont mené la charge...

C'est en s'appuyant sur les directives émises le 15 décembre 2017 (« *Guiding opinions* » et « *Implementation Rules* ») par la Municipalité de Pékin⁶, que de nombreuses Provinces et Municipalités ont fait de même posant alors leurs propres règles quant à l'expérimentation de véhicules autonomes. Tout comme aux États-Unis, cela pouvait s'avérer problématique et pouvait poser des barrières, notamment pour les entreprises qui souhaitaient entreprendre des essais sur plusieurs territoires. Les Municipalités de Pékin, Shanghai et Chongqing ont été les premières à mettre en place ces cadres réglementaires, leur statut administratif leur donnant une marge de manœuvre supplémentaire⁷.

Au travers de ces mesures, il était question d'assouplir les conditions de tests et d'encadrement des expérimentations de véhicules autonomes en donnant aux Municipalités la possibilité de délivrer elles-mêmes les autorisations d'expérimenter sur leurs territoires. Elles n'étaient jusqu'alors délivrées que par l'État et soumises à sa supervision directe (c'était le cas lors des tests de BMW dans la province de Chengdu en 2016 par exemple). Grâce à ces réglementations locales, la ville de Shanghai a été la première à émettre des immatriculations spéciales pour l'expérimentation de véhicules autonomes sur une parcelle de 5,6 km² dans le District de Jiading.

Par ailleurs, ces villes étaient déjà porteuses de projets directement ou indirectement liés à la mobilité autonome : par exemple, la ville de Chongqing est un des leaders nationaux de la recherche et du développement d'infrastructures 5G et Pékin avait déjà démarré en janvier 2019 la construction d'une piste d'essai de véhicules autonomes fermée.



Source : *Medium.com*

⁶ Plus précisément par trois agences gouvernementales de la Municipalité de Pékin : la *Beijing Municipal Commission of Transport*, le *Beijing Traffic Management Bureau* et la *Beijing Municipal Commission of Economy and Information Technology*

⁷ En Chine, les Municipalités sont des agglomérations qui ne dépendent pas de la province dans laquelle elles se trouvent, mais directement de l'autorité centrale.

... et une coordination à l'échelle nationale

En se basant sur les réglementations émises à l'échelle des Municipalités et des Provinces, le gouvernement, par le biais de la *China Industry Innovation Alliance for the Intelligent and Connected Vehicles*, a émis le 12 avril 2018 un ensemble de règles à l'échelle nationale sur « l'expérimentation de véhicules autonomes sur routes ouvertes ». Cet ensemble de règles permet non seulement de lisser les conditions d'expérimentations, supprimant de fait les barrières évoquées plus avant, mais cela donne aussi et surtout la possibilité pour toutes les Provinces et toutes les Municipalités d'émettre des autorisations d'expérimenter et de superviser elles-mêmes les expérimentations sur leurs territoires. Car un des principaux problèmes auxquels faisait face la Chine était avant tout de voir la gouvernance des projets d'expérimentation déchirés entre plusieurs instances et entre plusieurs couches décisionnelles. Ainsi, en permettant aux Provinces et aux Municipalités (équivalent administratif des États (U.S) et des Régions (FR)) de **gérer elles-mêmes les expérimentations**, cela donne la possibilité réglementaire de multiplier les tests à partir d'un socle commun et d'un modèle de gouvernance commun. Cet assouplissement préfigure une accélération importante des tests sur le sol chinois : Audi a par exemple déjà saisi l'occasion et obtenu en septembre 2018 l'autorisation d'y mener des expérimentations. Après l'accident d'Uber en mars 2018 et la crainte de procès aux Etats-Unis, le territoire chinois apparaît comme un lieu d'expérimentations moins risqué. L'autre atout est le déploiement à grande vitesse de la 5G dans tout le pays, porté par les deux géants des télécoms chinois Huawei et ZTE.

4.1.3 Singapour

Il est plus facile de lancer des expérimentations à Singapour qu'en France. Singapour a rapidement fait évoluer sa législation afin de permettre à des sociétés de tester leur technologie dans ses rues. **PSA** va pouvoir profiter de cette législation très favorable pour tester les véhicules autonomes en conditions réelles. Le constructeur français envisage de lancer en 2019 une expérimentation de Peugeot 3008 autonomes. Les premiers tests réalisés en circuit fermé se sont avérés concluants. Cette expérimentation sera réalisée en partenariat avec la start-up singapourienne **nuTonomy** (rachetée en 2017 par Delphi), spécialisée en ingénierie et conduite automatisée.

Singapour finance largement la recherche qui se structure à travers des partenariats publics-privés et le développement de démonstrateurs. « Rien ne peut se faire sans l'Etat, il y a très peu d'initiative 100% privée » selon Karine Gresset-Cognon, conseillère chez Business France, installée à Singapour. Les compétences des start-up et des sociétés étrangères sont très recherchées.

Le gouvernement a fixé quatre priorités : les tests de robots-taxis, le transport public avec des navettes et des bus autonomes (Volvo Bus a récemment signé un contrat pour mettre en circulation deux bus électriques et autonomes début 2019), la logistique autonome (Singapour a déjà conclu plusieurs partenariats avec des acteurs comme Toyota) et la collecte des déchets. Sur ce dernier point, la Ville-Etat recherche des acteurs souhaitant tester un système autonome de collecte des déchets.

4.1.4 Comparaison avec la France

La réglementation mise en place jusqu'alors n'avait pas pour objectif direct de légiférer ou constituer un cadre juridique au sens strict du terme, mais plutôt de baliser la voie et de laisser une latitude suffisante aux acteurs du secteur du véhicule autonome pour pouvoir expérimenter leur technologie avec un minimum d'opposition réglementaire. D'autant plus que, signataire de la Convention de Vienne, la France ne peut pas suivre l'exemple de certains États américains qui autorisent les véhicules autonomes à circuler sans un conducteur à bord, quelqu'un devant à tout moment pouvoir reprendre le contrôle manuel du véhicule.

Toutefois les expérimentations ont cours partout sur le territoire français dans des conditions bien définies et uniquement sur autorisation spécifique (délivrée au cas par cas). La législation vise à jouer un rôle facilitateur dans la mise en place et dans le test de la technologie du véhicule autonome, tout en conservant un rythme d'examen des propositions assurant leur bon déploiement et une **sécurité maximale**.

Finalement, **la France avance lentement mais sûrement sur le domaine réglementaire**. Comme on l'a montré dans la partie 3, c'est l'État qui autorise les expérimentations après étude individuelle de chaque dossier. Ce système d'autorisations peut-être contraignant mais au final les porteurs de projets ne sont pas dissuadés dans leurs projets d'expérimentations. Ces expérimentations vont sans doute se multiplier en France avec les lois Pacte et Lom à venir. Mais il arrive que **pour aller plus vite**, un porteur de projet préfère aller à l'étranger. Ainsi les premières expérimentations de l'Autonom Cab, le taxi autonome de Navya, ont eu lieu à Perth en Australie, avant les essais en France qui auront lieu en 2019 dans le quartier de la Confluence à Lyon (ses navettes sont déjà en test dans le quartier). Ou encore PSA qui va tester des Peugeot 3008 autonomes à Singapour en partenariat avec nuTonomy.

Ce cadre centralisé reste aujourd'hui un frein pour une collectivité locale telle que la Région d'Île-de-France qui souhaiterait accompagner des expérimentations mais elle n'est pas légitime pour l'autoriser. En revanche, on peut imaginer des méthodes permettant à la Région de contribuer à la mise en place d'une expérimentation de grande envergure puis de son déploiement, tel que l'outil « **Partenariat d'innovation** » disponible dans la boîte de la commande publique, puis à aider le consortium retenu à déposer sa demande d'autorisation à l'Etat.

Le partenariat d'innovation

Dans la boîte à outils de la commande publique, le dispositif le plus abouti favorisant l'innovation est le "partenariat d'innovation" créé en 2014, issu de la transposition d'une directive européenne. Cette procédure est encore récente et relativement peu mise en oeuvre.

Elle est créée par la directive n° 2014/24/UE du 24 février 2014 relative à la passation des marchés publics. Selon la Direction des Affaires Juridiques du Ministère de l'Economie, « avec ce nouveau type de marché public, le défaut structurel des appels d'offres et des marchés de R&D disparaît : l'acquisition des solutions innovantes peut se faire **sans remise en concurrence**. La prise de risques de l'opérateur économique est réduite à la question de l'atteinte des objectifs dans la phase de R&D, tels que définis en commun avec l'acheteur de manière négociée, lors de la mise en concurrence ». En effet, il peut arriver que la remise en concurrence, obligatoire pour l'acheteur public, à l'issue de la phase d'expérimentation fasse que le titulaire de l'expérimentation **ne soit pas retenu pour des raisons financières** alors que la solution expérimentée était un succès.

Le marché de partenariat permet à la puissance publique de disposer d'une réponse globale à son appel d'offres, couvrant toutes les étapes du projet. Le coût total est connu au départ : coût de construction du système mais aussi par la suite son coût d'exploitation et de maintenance. Le partenaire privé a tout intérêt à construire un système fiable pour minimiser les coûts de maintenance par la suite. Le marché de partenariat assure une bonne intégration et une bonne cohérence des différentes phases du projet puisqu'il est confié **à la même entité** sur toute la période du contrat.

Le marché de partenariat permet à la puissance publique de **maitriser son budget** car il permet de transférer un certain nombre de risques vers le secteur privé, comme le risque financier. Les coûts sont fixés à la signature du contrat et le partenaire privé aura à supporter les dérives en matière de coût de construction ou d'exploitation. La procédure de dialogue compétitif en amont renforce le marché de partenariat en apportant une **solution innovante** pour la création du système au départ mais également dans la définition des critères de performance pour la phase suivante d'exploitation et d'évolutivité du système. Cependant le contrat est généralement souscrit pour une période de plus de 10 ans et même si des innovations technologiques sont apportées au fil du temps pour notamment répondre à la qualité de service des usagers, le cœur du système vieillit et la mise en place d'un nouveau système est certainement nécessaire en fin de contrat compte tenu des fortes évolutions en matière de technologies.

C'est une fois que le groupement est retenu à l'issue du marché de partenariat d'innovation lancé par la Région qu'il déposerait sa demande d'autorisation d'expérimentation à l'Etat. Toutefois il semble **difficile** pour la Région d'utiliser ce dispositif compte tenu d'une part des sommes en jeu et des délais, surtout s'il faut déployer la solution expérimentée de manière massive, d'autre part la Région ne peut assurer la maîtrise d'ouvrage mais seulement être partenaire. L'utilisation du partenariat d'innovation par la Région peut être envisagée plus sereinement pour développer un **outil de simulation du VA** et des services associés. Il serait

intéressant de faire plancher un juriste spécialisé sur l'application du partenariat d'innovation à l'expérimentation et le déploiement du VA.

4.2 L'aide par financement direct

4.2.1 La Grande-Bretagne

La Grande-Bretagne a mis en place en 2015 un organe gouvernemental spécialement dédié au soutien de projets liés au véhicule autonome et chargé de prendre la tête de la recherche et des projets de développement en Grande-Bretagne : le *Centre for Connected and Autonomous Vehicles (CCAV)*. Début 2018, ce sont en tout plus de 120 millions £ qui ont été investies dans le véhicule autonome et des investissements privés de plus 68 millions £ qui ont été intégrés à ce fond. Il sert à financer directement des projets d'expérimentation innovants ou de recherche et développement par le biais d'appels à projet nationaux sur le thème des véhicules autonomes et des technologies qui l'entourent.

Le CCAV se place au début de la chaîne de recherche en initiant les projets via des appels à projets, mais aussi en tant qu'intermédiaire en soutenant financièrement des projets déjà lancés par exemple. Le CCAV est ainsi à l'origine, ou partie prenante d'un très grand nombre de projets R&D autour du véhicule autonome. Parmi ces projets, on retrouve trois expérimentations sur le terrain :

- GATEway (Greenwich Automated Transport Environment) est un projet qui a vu la mise en place de petites navettes sur un parcours de 3,4 km au cœur du borough de Greenwich. Ces petites navettes sont les mêmes que celles utilisées sur l'aéroport de Heathrow pour le service « Heathrow pods », reliant le principal parking au terminal. Il a fait coopérer plusieurs acteurs britanniques de tous horizons. L'objectif de ce projet était de mettre en place un démonstrateur ouvert au public et de tester le cas d'usage de « l'ascenseur horizontal ».

- UK Autodrive est un démonstrateur qui avait pour but de réunir un conglomérat d'acteur de l'industrie automobile, mais aussi des industries connexes (système embarqués, assurances...). L'objectif était de pouvoir mettre en place progressivement sur trois ans des solutions autonomes viables sur les territoires de Milton-Keyes et Coventry. Le projet a débouché sur deux expérimentations majeures. D'une part, l'essai d'une flotte de « pods » autonomes à la demande dans la ville de Milton-Keyes. D'autre part, l'essai de roulage de 3 véhicules autonomes provenant de 3 constructeurs différents, avec tous les challenges et les difficultés que cela pouvait poser (cf. l'European Truck Platooning Challenge).

- VENTURER a mis en place une expérimentation de véhicule autonome sur le campus de l'Université de Bristol. Les deux objectifs principaux étaient d'une part de comprendre les principaux freins et les principaux catalyseurs de l'adoption à grande échelle du véhicule autonome, notamment l'acceptabilité au regard de cette technologie, d'autre part de développer une compréhension des implications juridiques et en matière d'assurance d'une automatisation accrue du véhicule et de la conduite.

À ces grands démonstrateurs vient s'ajouter un grand nombre de projets de recherche et développement connexes sur le développement de la technologie (projets INTACT, INSIGHT, ROBOPILOT, ...), l'application de la technologie aux transports en commun (CAPRI, CABS FS, T-CABS, ...), l'infrastructure liée à ce type de véhicule (TALON, CORAM, AutopleX, ...) et sur bien d'autres thématiques.

Le 22 novembre 2018, le secrétaire d'Etat en charge des Affaires, de l'Energie et de la Stratégie industrielle a dévoilé les ambitions du gouvernement britannique. Londres et Édimbourg (Ecosse) devraient accueillir les premiers services de transport public ouverts aux citoyens avec des véhicules autonomes en 2021. Trois projets ont été présentés : une ligne de cinq bus autonomes entre les villes d'Edimbourg et de Fife (22 km), deux services de taxis autonomes dans quatre arrondissements de Londres opérés par Addison Lee/Oxbotica et Jaguar Land Rover.

Un exemple de projet de bus autonome niveau 4

Courant 2020, les habitants d'Edimbourg seront peut-être les premiers en Europe à pouvoir emprunter un bus autonome de niveau 4. D'une longueur de 14 miles (22,5 km), la future ligne mobilisera 5 bus autonomes (du constructeur Alexander Dennis) de 42 places. L'exploitant – Stagecoach Group - prévoit un départ toutes les 20 minutes. Dans le but de rassurer le public, seul le passage de la Forth River nécessitera dans un premier temps une reprise en main du conducteur sur la conduite. Les parties prenantes du projet ne limitent pas l'automatisation des bus au seul parcours. Celle-ci concernera aussi les manœuvres des véhicules au sein des dépôts.

Ces trois projets vont se partager une enveloppe de 28 millions d'euros fournie par le gouvernement qui vise donc une position de leader mondial dans le domaine des véhicules autonomes.

Encore plus récemment, le 20 février 2019, le gouvernement britannique a annoncé que d'ici 2035 un budget de 160 millions de livres sera consacré au déploiement de la **5G**, technologie considérée comme nécessaire pour développer la voiture sans conducteur, et un budget de 75 millions de livres pour financer le développement de l'intelligence artificielle.

4.2.2 Allemagne

Le gouvernement fédéral ambitionne de hisser l'Allemagne au premier rang mondial dans la fourniture de composants pour les technologies VA. Les autorités allemandes défendent une implantation **progressive et pragmatique** de ces technologies dans le parc automobile (« evolution rather than revolution »). Elles favorisent parallèlement la conversion du réseau routier national vers une infrastructure intégralement connectée et intelligente (similaire au projet Scoop@F français), en interaction avec les futurs véhicules autonomes. Deux fonds d'investissements publics permettent de réaliser ces objectifs.

Le premier émane du ministère des Transports et de l'Infrastructure digitale (BMVI). D'un montant de 100 millions d'euros, il s'intitule « programme de recherche pour l'automatisation et la connectivité dans le transport routier ». Lancé en décembre 2016, le programme épouse la stratégie nationale en matière de VA (« Strategy for Automated and Connected Driving »). Il met de fait l'accent sur quatre lignes directrices :

- Interaction(s) entre le chauffeur et le véhicule
- Gestion de trafic et planification dans les transports
- Connectivité et création/gestion de bases de données
- Impacts/retombées sociales du VA

A travers ce fonds, les pouvoirs publics tablent sur la création de nouvelles applications liées au VA (composants, procédés opérationnels, ...), lesquelles peuvent ensuite s'insérer dans les systèmes de transport pour en accélérer graduellement le caractère automatisé et connecté. A défaut de déboucher sur une automatisation immédiate des véhicules, les projets financés visent dans un premier temps à épauler les automobilistes dans leur conduite. En juillet 2017, 69,2 millions de subventions ont déjà été attribués dans le cadre du programme.

Le second programme dépend du ministère de l'Economie et de l'Energie (BMWV). D'un montant de 80 millions d'euros, il s'intitule « Véhicules connectés et automatisés sur des terrain de tests en Allemagne ». Lancé en juin 2016, le programme focalise son attention sur les seules infrastructures routières, à travers trois directives majeures :

- Elaborer un jeu d'infrastructures innovantes, supports physiques d'une conduite automatisée et connectée
- Etablir une communication permanente véhicule-infrastructure (V2I) en temps réel, à travers des transmissions et capteurs de dernière génération
- Penser la durabilité/faisabilité des infrastructures et leur impact en termes de politique des transports.

L'instruction de ces trois lignes directrices s'exerce à travers la création de **zones de tests dédiées aux VA** (Testfeldern). Ces expérimentations préfigurent la future infrastructure optimisée. Elles se localisent

essentiellement sur des voies et zones denses (avenues urbaines, hypercentres, autoroutes), propices au recueil massif de données. Les villes de Berlin (4,3 millions d'euros d'investissement publics), Dresde, Düsseldorf, Hambourg ou Munich ont ainsi bénéficié de zones de test. Plusieurs portions d'autoroute sont de même concernées (A9 et A93 en Bavière). D'après le programme, les premiers tronçons allouant une conduite hautement automatisée seront opérationnels d'ici à 2020. L'automobiliste sera capable sur ces tronçons de déléguer la conduite à son véhicule (sous réserve de temps non brumeux et pluvieux).

Ces financements de l'Etat fédéral sont complétés par des **financements locaux**, notamment en provenance des **Länder**. On peut citer le cas du Bade-Wurtemberg (11 millions d'habitants). Le Land a déboursé 2,5 millions d'euros en 2016 pour un terrain d'expérimentation irriguant plusieurs communes autour de Karlsruhe (ouverture opérée au printemps 2018). Près de 200 km de voies (en centre-ville, sur autoroutes et routes fédérales) sont ouvertes aux tests (liés essentiellement au transport public). Le même Land prévoit 1 million d'euros d'investissement supplémentaires dans des essais de bus automatisés.

4.2.3 Les Pays-Bas

A Rotterdam, le **ParkShuttle** est une liaison en navette de 1,8 km reliant le quartier d'affaires du Rivium au métro de Rotterdam. Ouverte en 1999 avec une capacité de 22 places par navette, la ligne a transporté près de 7 millions de voyageurs. Le ParkShuttle fait l'objet d'une automatisation graduelle de son exploitation. La troisième phase d'optimisation (Rivium 3.0) ambitionne de propulser les navettes au niveau 4 d'automatisation en circulation ouverte. Les navettes doivent être prêtes pour l'été 2019, date à laquelle plus aucun opérateur ne prendra place à bord. Une extension de la desserte est par ailleurs prévue pour 2020. L'ensemble du projet d'automatisation requiert 8,5 millions d'euros et est financé dans le cadre d'un partenariat public-privé, la moitié par les pouvoirs publics (ministère des Transports, autorité organisatrice, Port de Rotterdam, ...), l'autre moitié par la société privée 2getthere. Fondée en 1984, cette société néerlandaise offre des systèmes de transport automatisés complets et possède des bureaux à San Francisco, Dubaï et Singapour. Elle vient d'être rachetée par l'équipementier allemand ZF.

4.2.4 Singapour

Singapour a financé à hauteur de 16 millions \$ l'expérimentation de taxis autonomes par *NuTonomy* via le *Singapore Economic Development Board* (organe gouvernemental de soutien aux projets industriels nationaux). Par ailleurs, la société a annoncé en juillet 2018 avoir reçu l'autorisation de la mairie de Boston de tester ses véhicules autonomes dans toute la ville.

4.2.5 Japon

Au Japon, la Leaf autonome de Nissan a reçu l'autorisation des autorités publiques d'être testée dès 2013. Tokyo Metropolitan Government a investi une part importante (aucun document accessible ne précise le montant exact) de l'investissement total dans le projet d'expérimentation de taxi autonome en collaboration avec ZMP (entreprise de robotique) et Hinomaru Kotsu (entreprise de taxis). Cela fait écho à la volonté de la métropole tokyoïte de mettre en place un système fonctionnel de taxis autonomes d'ici à l'arrivée des Jeux Olympiques de 2020. Elle sera aidée par Nissan qui travaille pour mettre au point son système de conduite autonome, baptisé "Pro Pilot", déjà disponible sous forme d'assistant de conduite de niveau 2 sur certains modèles, notamment la nouvelle Nissan Leaf. L'autre grand constructeur japonais, Toyota, annonce pour sa part, la commercialisation de véhicules autonomes haut de gamme Lexus dès 2020 qui pourront circuler au niveau 4, mais pas partout, seulement sur des sections de route sécurisées comme les voies rapides. Rappelons que le Japon n'était pas signataire de la Convention de Vienne.

4.2.6 La France

Un programme national d'expérimentations soutenu par les pouvoirs publics a été lancé en juin 2018 par l'ADEME. Doté de 42 millions d'euros, ce programme a été dénommé **EVRA** (Expérimentation du Véhicule Routier Autonome). Après un an de travail, la Ministre des transports et la Haute Responsable pour la stratégie de développement du véhicule autonome ont présenté le 24 avril 2019 les résultats de l'appel à

projets EVRA. 2 consortiums ont été retenus, SAM et ENA [Fiche 13], totalisant 16 expérimentations réparties sur le territoire national en milieux urbain et rural. Le budget global nécessaire à la mise en place de ces expérimentations a été estimé à 120 millions d'euros, l'Etat apportant 42 millions d'euros via l'ADEME. En y ajoutant les contributions des collectivités locales des zones concernées, le financement total devrait atteindre les 200 millions d'euros. De prime abord, ce programme national semble ambitieux de par la diversité géographique des expérimentations et l'objectif d'atteindre 1 million de km parcourus par des VA d'ici 2022. Mais à y regarder de plus près, on se rend compte que sur les 16 expérimentations, 13 concernent des navettes dédiées à des usages de niche dont 4 sont des prolongations d'expérimentations existantes, 3 proposent des parcours de voitures autonomes sur les itinéraires des navettes mais a minima (4 véhicules au plus), une est un service de voiturier autonome et une concerne la logistique. Une seule expérimentation menée en Île-de-France sur des voies à chaussées séparées par PSA et Renault concerne les voitures autonomes indépendamment de navettes : d'une part l'expérimentation de 9 voitures (2 de PSA et 7 de Renault) pour un objectif 50 000 km à parcourir, d'autre part l'expérimentation de 3 voitures de PSA et au plus 4 de Renault sans conducteur à bord et avec un téléopérateur de supervision pour un objectif de 15 000 km. Comparaison n'est pas raison mais l'on est encore très loin des expérimentations menées sur des flottes de voitures autonomes aux Etats-Unis par Waymo, Uber et autre GM, qui ont chacun dépassé depuis longtemps le million de km parcourus. Ainsi Waymo a fait rouler plus de 16 millions de km à ses véhicules autonomes depuis 2010 et a commencé à déployer en 2018 une centaine de mini-vans autonomes dans la banlieue de Phoenix.

De son côté, la Région a annoncé un investissement de 100 millions € dans le véhicule autonome « pour faire de l'Île-de-France la première Région mondiale du véhicule autonome ». Même si la majeure partie du budget est dédiée à la remise à niveau des infrastructures et aux ouvrages d'art, elle a annoncé en mettre une partie dans l'équipement de grands axes routiers d'ici 2020 pour pouvoir les équiper d'équipements de communication V2X, notamment dans le projet Scoop@F [Fiche 11] en partenariat avec l'Etat. L'objectif pour la Région est de construire un terrain de jeu équipé (reprise de signalisation horizontale et verticale, cartographie 3D, équipement Wifi) qui permette aux constructeurs de tester un maximum de cas d'usages en situation normale de circulation. La Région envisage un scénario à terme où des voies dédiées sur le réseau de voies rapides pourraient accueillir des véhicules autonomes et partagés, des bus express et du covoiturage.

4.3 L'aide par financement indirect

Chaque pays cherche aussi à mettre en avant un savoir-faire national, et, dans ce but, favorise la **recherche et développement** sur le sujet au travers de financements de projets de recherche auprès des champions nationaux ou par le biais de création de clusters de recherche.

4.3.1 Les Pays-Bas

L'Etat finance ou facilite la mise en place de grandes expérimentations nationales, voire internationales. On peut prendre l'exemple de l'*European Truck Platooning Challenge* largement poussé par le gouvernement hollandais qui avait, à l'époque de sa mise en place, la présidence à la Commission européenne et qui avait favorisé les réflexions et les débats autour de la thématique du véhicule autonome. KPMG a produit en janvier 2018 un comparatif international des pays les plus avancés dans le VA (« Autonomous Vehicle Readiness index level ») par une analyse de quatre critères (législation, technologie et innovation, infrastructure, acceptabilité). Il apparaît que les Pays-Bas sont classés numéro 1 devant Singapour et les Etats-Unis, la France se classant 13^{ème} sur 20. KPMG a mis à jour son index en janvier 2019. Les Pays-Bas et Singapour confirment leur position de leader, la Norvège a pris la troisième place, la France a reculé à la 17^{ème} place, la Chine à la 20^{ème} (ce qui peut interroger tout de même sur les critères de classement). Or les Pays-Bas est un pays **sans constructeur automobile**. Les Pays-Bas ont su attirer des acteurs privés de niveau international sur leur sol en facilitant les expérimentations. Ils sont aussi les plus avancés dans le platooning de poids-lourds. L'Etat a investi largement dans **l'adaptation des infrastructures communicantes** (par exemple

1000 carrefours intelligents). Dès 2015, le gouvernement a mené les débats au niveau européen pour faire approuver la « Déclaration d'Amsterdam » des 14 et 15 avril 2016 stipulant que les pays européens sont unanimes pour accélérer le développement du véhicule autonome et connecté. En février 2017, le gouvernement a voté une loi permettant les expérimentations au niveau 5.

4.3.2 La Grande Bretagne

Un autre organisme public non gouvernemental, **Innovate UK**, l'agence d'innovation de Grande Bretagne, est chargé de l'organisation de la recherche et d'innovation. L'agence fonctionne de manière indépendante du gouvernement. Elle a investi dans un grand projet de développement du VA dénommé DRIVEN et mené par l'entreprise privée Oxbotica spécialisée en IA et dans les VA. DRIVEN s'affiche comme l'un des projets en Europe parmi les plus ambitieux d'expérimentation du véhicule autonome au niveau 4. Le consortium britannique regroupe plusieurs acteurs privés, publics et académiques : Oxford Robotics Institute, l'assureur XL Catlin, Telefonica, Nominet, Transport Research Laboratory, l'Autorité d'énergie atomique, Westbourne Communications, le Comté d'Oxfordshire et Transport for London. Le consortium dispose d'une aide de 8,6 millions de livres, affectée par l'agence Innovate UK. Commencé en avril 2019 pour une durée de 30 mois, le projet DRIVEN vise à rendre pleinement opérationnels à la fin 2019 une flotte de six VA de marque Ford sur des trajets entre Londres et Oxford (distantes de 100 km). Les véhicules évolueront tant sur des routes urbaines que sur des autoroutes et pourront rouler jusqu'à 70 mph (112 km/h). L'objectif du projet est aussi de s'interroger sur les questions d'assurance, de cybersécurité et de confidentialité des données.

4.3.3 La Suède

La Suède a créé un réseau d'acteurs pour échanger et construire des projets autour du véhicule autonome. Exemple de la *Platform for Innovation for Göteborg* initiée par la ville de Göteborg, qui est la deuxième ville du pays et le berceau de l'industrie automobile, avec notamment Volvo qui y siège. La plateforme a par ailleurs grandement facilité la mise en place de l'expérimentation Drive Me [Fiche 14] qui permet de tester des voitures autonomes dans le trafic, et notamment sur les axes autoroutiers. Cette expérimentation vise aussi à récolter des informations pour nourrir une réflexion de la ville, désireuse d'intégrer le VA dans ses documents de planification à long terme (Comprehensive Plan for Central Göteborg). Et il ne faut pas oublier que la Suède est le seul pays au monde à **viser le zéro tué sur la route**. Le déploiement massif du VA pourrait fortement aider à atteindre cet objectif.

4.3.4 Israël

Le gouvernement israélien soutient officiellement le nouveau projet de Volkswagen, Mobileye et Champion Motors de déployer un service de robot-taxis à partir de 2019. Le soutien à ce projet appelé "**New Mobility in Israel**" se traduit par un support légal que ce soit dans la phase de tests ou de commercialisation du projet, le partage des données sur le trafic et les infrastructures nécessaires au déploiement d'un service de taxis autonomes, ainsi que l'accès aux infrastructures souhaitées. "New Mobility in Israel sera le premier service de MaaS avec des véhicules autonomes en Israël", affirment les trois entreprises. Cependant l'aide dont ils vont bénéficier sera également accordée à d'autres acteurs sur ce même sujet, notamment en matière de régulation et de déploiement des infrastructures.

Avec cette annonce, les trois partenaires cherchent à montrer qu'ils sont de sérieux concurrents à Waymo ou Cruise (filiale de General Motors) qui avancent vite aux Etats-Unis. C'est aussi un contre feu aux annonces de Nvidia, qui veut lancer des véhicules de niveau 3 avec Volvo. Mobileye a déjà fait rouler une centaine de véhicules autonomes de niveau 3 dans les rues animées et peu balisées de Jérusalem où la conduite est souvent jugée "agressive".

4.3.5 La France

En France, les investissements indirects se sont traduits au travers du programme Nouvelle France Industrielle (NFI) né en 2013. Mais le calendrier suivi a été largement décalé par rapport aux dates probables du lancement du véhicule autonome, et aucune dynamique collective n'est apparue. Les fonds ont été

dispersés, la structure de la recherche publique et les dispositifs de soutien compliqués. Plus récemment, en janvier 2018, le nouveau programme **France Mobilités/French Mobility**, initié par le Ministère de la Transition écologique et solidaire à la suite des Assises Nationales de la Mobilité, a relancé l'innovation dans la mobilité, avec pour objectif de créer un réseau d'acteurs impliqués dans le véhicule autonome et qui se structure au fur et à mesure autour de **7 grands axes** :

- Mise en place d'un organe de facilitation de mise en place des projets directement au sein du Ministère (assistance aux porteurs de projets, trait d'union avec France Expérimentation ...)
- Mise en place d'une **plateforme collaborative** (recensement expérimentations, mise en relation des différents partenaires pour mener une expérimentation ...)
- Facilitation de la compréhension de l'achat innovant : « L'objectif est de permettre aux acheteurs de l'innovation d'acheter et aux vendeurs de vendre : au travers notamment de l'élaboration et la mise à jour de guides explicatifs sur la commande publique et les modes de financements ; de la mise en place de contrats types labellisés France Mobilités ; la facilitation du passage à l'échelle, notamment par l'étude de la faisabilité de la mise en place expérimentale d'avenants aux contrats de délégation de service public de transport en commun actuels pour intégrer le déploiement de solutions innovantes. »
- Facilitation et diffusion d'une culture d'innovation dans la mobilité
- Orienter les financements en soutien de l'innovation dans les mobilités
- Soutien en ingénierie pour les territoires peu denses
- Et enfin, la mise en avant de France Mobilités comme la marque fédératrice de l'innovation dans les mobilités

L'axe 2 ci-dessus nous paraît particulièrement intéressant pour favoriser les expérimentations du VA et partager les retours d'expériences sur l'ensemble du territoire national.

Par ailleurs, la France soutient les start-up du VA via BPI et Business France. **Un concours appelé Ubimobility** destiné aux startups spécialisées dans les technologies numériques pour la voiture autonome est organisé chaque année depuis 4 ans. Les lauréats sont invités à s'immerger deux semaines aux Etats-Unis afin de se confronter à la concurrence et aux éventuels investisseurs. Au total, 25 start-up ont pu profiter du programme dont 11 se sont installées aux Etats-Unis et ont levé près de 50 millions d'euros. Pour sa quatrième édition, Ubimobility a sélectionné huit start-up françaises.

Enfin, en octobre 2018, le gouvernement français avait missionné deux experts de l'industrie automobile, **Patrick Pelata et Xavier Mosquet**, pour réfléchir sur la stratégie d'attractivité de la France et l'avenir de l'industrie automobile dont les conséquences du développement du véhicule autonome. Un premier rapport a été remis en février 2019. Un des objectifs présentés par les deux experts est de faire de la France le pays le plus en pointe en Europe en matière d'accueil du véhicule autonome. Pour atteindre cet objectif, **quatre propositions phares en ressortent, qui rejoignent les conclusions du présent rapport** :

- Tester un service de véhicules autonomes et partagés sur un territoire, en grandeur réelle, comme le fait Waymo dans la banlieue de Phoenix depuis la fin de l'année 2018.
- Harmoniser la réglementation au niveau international
- Créer un observatoire national de l'acceptabilité
- Mettre en place un réseau de territoires et de collectivités pour mutualiser les besoins et les échanges d'expériences sur le VA.

Notons enfin un son de cloche différent sur l'avenir du VA qui a tinté début mars 2019 avec la publication du livre de **Jean-Pierre Orfeuil et Yann Leriche** « Piloter le véhicule autonome - au service de la ville ». Exprimant une vision à contre-courant, les deux experts pensent qu'il faut prendre beaucoup de recul pour réfléchir à l'avenir du VA et ne pas se laisser aveugler ni par les prouesses technologiques attendues qui ne sont pour l'instant pas mures ni par les scénarios d'usage disruptif décrits par quelques gourous (Elon Musk, Serguei Brin, etc). Pour eux, la révolution annoncée à 2030 du VA dans nos villes et dans nos vies ne se fera pas sans un accompagnement en profondeur des acteurs publics. Cette vision prudente des deux experts rejoint celle du PDG de PSA, **Carlos Tavares**, qui a déclaré fin mars 2019 qu'il abandonnait les développements du véhicule autonome au niveau 4, et donc que les prochaines voitures Peugeot seront limitées au niveau 3 (assistance à la conduite poussée avec vigilance permanente du conducteur). PSA est le premier grand constructeur à faire ce choix radical.

4.3.6 Soutien aux clusters de recherche Vedecom et SystemX

Les pouvoirs publics financent indirectement la filière émergente du VA au travers de groupements de recherche tels que Vedecom (institut du véhicule décarboné et communicant et de sa mobilité), ou SystemX institut de recherche technologique). Les industriels tels que Renault, PSA et Valeo y jouent un rôle central. Les institutions de recherche publiques IFSTTAR, CEREMA et INRIA semblent avoir un rôle plus timide sur le sujet du VA. Les publications en France sont bien moins nombreuses qu'aux États-Unis. Mais sur le sujet de l'IA, la France est plutôt bien classée en termes de publication selon une analyse récente de l'éditeur Elsevier (5^{ème} en Europe sur la période 2013-2017).

Néanmoins fin 2016, le rapport du Sénat Rohfrisch-Batho relève que Vedecom et SystemX souffrent de dispersion de leurs moyens et que les actions sur le VA sont diluées parmi d'autres thématiques telles que le véhicule électrique ou les nouvelles mobilités. Les deux instituts ont réagi et sont parvenus à mettre en place le projet **EVAPS** (Eco-mobilité par Véhicules Autonomes sur le territoire de Paris-Saclay) retenu dans le cadre d'un AAP de l'ADEME, en partenariat avec Transdev, Renault et l'université Paris-Saclay. Le dispositif comprend une navette autonome appelée « I-Cristal » de 16 places et deux voitures Renault ZOE de 4 places. Ces véhicules autonomes circuleront en soirée et de nuit sur un site propre. Une quinzaine de personnes pourront y embarquer, avec une vitesse entre 30 et 50 km/h. Deux cas d'usage sont prévus à partir du deuxième trimestre 2019 :

- La desserte d'un quartier résidentiel (Camille Claudel) depuis la Gare de Massy en dehors des heures d'exploitation des services réguliers, utilisant de nuit la ligne de TCSP ;
- La desserte fine du campus de l'École Polytechnique en complément des services réguliers de transport.

Le projet vise ainsi à démontrer la pertinence d'un dispositif de transport autonome pour effectuer des trajets sur des horaires décalés et affiner des dessertes. Il vise également à **promouvoir un territoire d'expérimentation des véhicules autonomes sur le Plateau de Saclay**.

4.3.7 Les financements par les appels à projets H2020

Plusieurs projets de R&D comprenant des expérimentations sur le véhicule autonome et connecté ont été financés dans le cadre des AAP H2020 et précédemment dans le cadre de FP7 depuis 15 ans :

- SARTRE (Safe Road Trains for the Environment) entre 2009 et 2012 (subvention européenne de 3,8 M€) visant à tester le platooning, 7 partenaires.
- CITYMOBIL2 entre 2012 et 2016 (subvention européenne de 9,5 M€), 45 partenaires dont Navya et Easymile, expérimentations de plusieurs cas d'usage de navettes dans des villes européennes dont Bordeaux lors du Congrès ITS 2015.
- AUTONET 2030 entre 2013 et 2016 (subvention européenne de 3,4 M€), 9 partenaires dont l'École des Mines de Paris, pour développer et tester le V2V et le V2I
- AdaptatIve entre 2014 et 2017 (subvention européenne de 14,4 M€), 28 partenaires dont Renault et Peugeot, pour tester des cas d'usage de VA aux niveaux 3 et 4 puis les évaluer auprès des usagers
- AutoPilot depuis 2017 (subvention européenne de 20 M€), 88 partenaires dont Peugeot, Valeo, le CEA, la CA de Versailles Grand Parc, pour tester l'apport de l'IoT dans la connectivité du VA

On peut constater que les budgets européens de subvention sont **relativement faibles** par rapport à ce qui se fait aux États-Unis.

4.3.8 Aménagement d'une aire dédiée aux expérimentations

Parmi les investissements indirects, on retrouve aussi la mise en place de **sites de test grandeur nature**. À l'instar des réseaux d'acteurs, des plateformes d'innovations et autres clusters, ces sites de tests sont des aires d'accueil d'expérimentations (pas seulement sur du linéaire), des agrégateurs physiques d'acteurs du véhicule autonome. Ils facilitent la convergence des entreprises du secteur, y compris des entreprises d'envergure internationale, et permettraient de mener des expérimentations beaucoup plus complexes que

celles menées actuellement par exemple en Île-de-France. L'objectif est avant tout de faciliter la recherche et le développement en créant un site de test **malléable** où il y a plus de liberté pour mener des tests (concept de zone « sand box ») et dans un environnement le plus proche possible de la réalité. C'est notamment ce qui est fait par exemple à :

- **Transpolis** à Lyon, zone de 0,8 km², qualifiée de « Ville-laboratoire à l'échelle 1 », toujours en cours de construction depuis 2012, 18 millions € ont déjà été investis [**Fiche 16**].
- La **Zalazone** en Hongrie près de Budapest, 2,5 km², 140 millions € d'investissements sur 10 ans, ce sera le plus grand site de tests au monde, actuellement en travaux [**Fiche 17**].
- La **K-City** en Corée du sud. 10 millions \$ ont été injectés par le ministère du Transport [**Fiche 18**].
- La **Mcity** aux États-Unis dans le Michigan. 0,14 km². Fin 2017, 111 millions de dollars ont été investis sur la base de fonds publics et privés [**Fiche 19**].
- Petite zone d'expérimentation en face du Château de **Versailles** mise à disposition à VEDECOM par la mairie de Versailles qui est très engagée dans le VA.
- Le circuit d'essai **CETTRAN** (Center of Excellence for Testing and Research of Autonomous Vehicles) à Singapour. Créée en août 2016, la zone de 0,18 km² offre un environnement routier et urbain (tours de bureau, machine à pluie, etc) de test pour les VA avant leur déploiement sur les routes ouvertes, et couplage avec un simulateur virtuel.



Aire d'expérimentation CETTRAN dans le district de Jurong Innovation abritant le plus grand "Living Lab" de Singapour

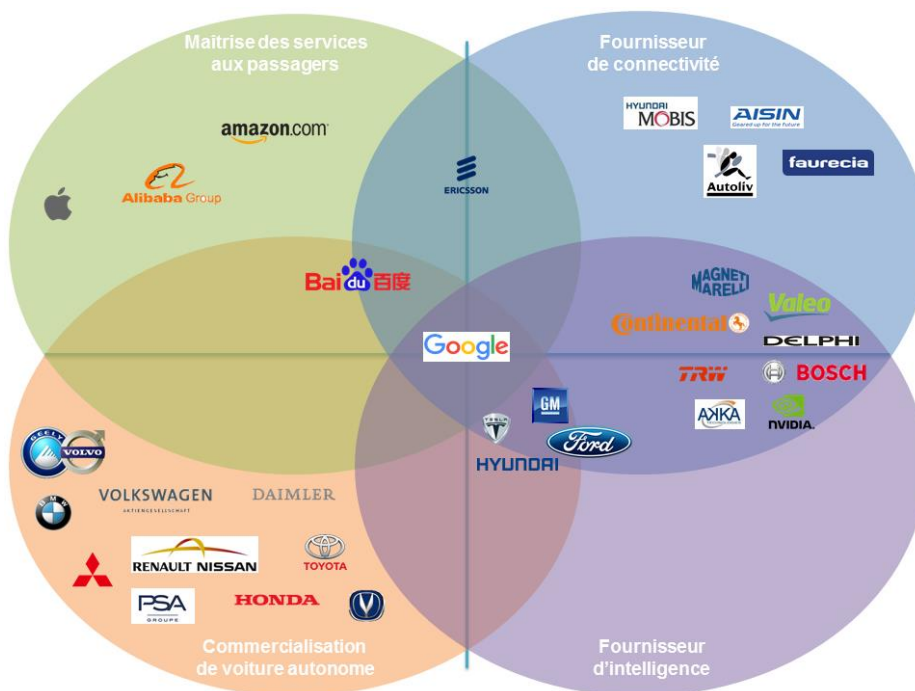
(source : Université Technologique de Nanyang)

En Île-de-France, un territoire qui pourrait accueillir un site d'expérimentations du véhicule autonome semble tout désigné : le plateau de Saclay. Citons **Guy Bourgeois**, ancien directeur général de l'INRETS (aujourd'hui IFSTTAR), qui écrit dans la revue Transports de mai-juin 2017 : « Le plateau de Saclay est l'un des territoires les plus pertinents pour expérimenter les nouveaux services de mobilité que permettront les VA sous leurs différentes formes. La structure géographique du territoire, sa vocation tournée vers la recherche et l'innovation, la très forte présence de l'industrie automobile, l'arrivée d'une ligne de métro et l'obligation de repenser un urbanisme moins dépendant des voitures particulières, tous ces facteurs se conjuguent très favorablement ».

5. Niveau d'avancement et de maturité des acteurs privés

5.1 Une multitude d'acteurs privés

Généralement dans tous les pays, les acteurs privés se classent dans deux catégories : les constructeurs automobiles vendeurs de VA et les entreprises technologiques qui se composent des fournisseurs d'intelligence artificielle, des fournisseurs de connectivité et des fournisseurs de services (informations, divertissements ...) aux passagers ayant du "temps libre" dans la voiture autonome. On distingue au centre du jeu et avec une bonne longueur d'avance Google/Waymo.



Source : <http://www.themavision.fr>

5.1.1 Les constructeurs automobiles

Parmi les « constructeurs historiques », certains se sont lancés à corps perdu dans la bataille, c'est notamment le cas de :

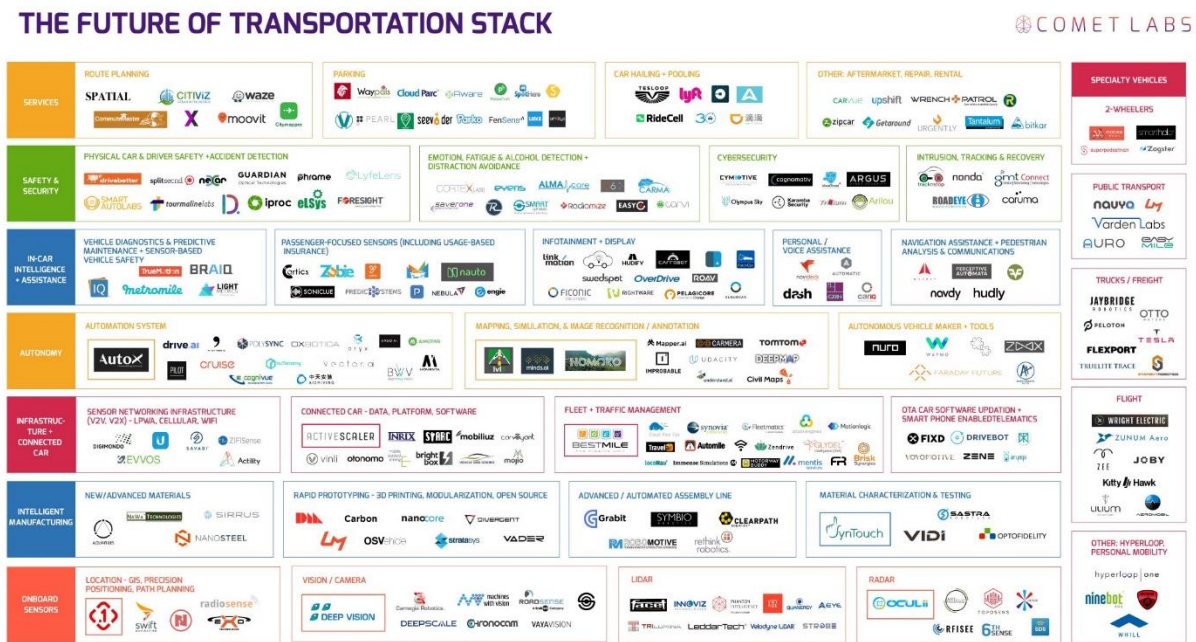
- General Motors, Ford, Hyundai et Volvo : ils investissent beaucoup dans la R&D et dans de petites structures spécialisées dans le VA, ils mettent en test plusieurs modèles. Leur objectif est de se positionner en leaders sur le marché. Le chinois **Geely** est en train de se construire un véritable empire dont on ne soupçonne pas encore les conséquences : déjà propriétaire à 100% de Volvo, il est l'actionnaire principal de Daimler et est sur le point de racheter à Daimler sa filiale Smart.
- Partenariat pour acquérir la base de données cartographiques HERE de Nokia : Groupe Volkswagen, BMW et Daimler. Les constructeurs allemands se placent dans la même lignée que GM, Ford et Volvo. Daimler est le plus gourmand : il a avalé plusieurs opérateurs de nouvelles

mobilités en 2017-2018 pour plus d'un milliard € : le VTC Chauffeur privé, Via (navette à la demande), MyTaxi, Car2Go (autopartage), Finc (covoiturage).

- Renault-Nissan et PSA : Depuis la fin de l'année 2016, les deux constructeurs français sont entrés dans le tourbillon du véhicule autonome avec conviction. Durant l'été 2017 et les mois qui ont précédé, des essais « grandeur nature » ont été menés en France en partenariat avec la SANEF et plusieurs Directions des routes (DiRIF, DIRA, Ouest) dans le cadre du projet Scoop@F ([Fiche 11]). Ce projet lancé en 2014 par l'Etat vise à anticiper la circulation prochaine des VA sur les réseaux, en implantant des infrastructures connectées standardisées. A terme 1000 modèles Mégane et 2000 modèles DS4 et C4 seront fournis pour équiper le projet. Par ailleurs, les constructeurs se préparent au véhicule autonome de niveau 5. Par exemple, Renault a présenté en mars 2018 son concept-car EZ-GO, véhicule autonome sans volant (donc de niveau 5) de 6 places.

5.1.2 Les acteurs technologiques

En ce qui concerne les acteurs technologiques, une infographie mise en ligne en mai 2017 par CometLab rend compte de manière plus fine de la complexité du marché. 263 entreprises dont de très nombreuses start-up ont été identifiées et classées dans **sept catégories** : les services, la sécurité, l'intelligence à bord, l'autonomie, les infrastructures connectées, l'équipement intelligent, les capteurs. On se rend compte que ce genre d'infographie peut vite devenir obsolète tant la filière véhicule autonome est dynamique.



Souvent inconnus du public, les **équipementiers** cherchent à se positionner sur le nouveau marché de l'IA. Les deux français Valeo et Faurecia jouent dans la cour des grands avec les allemands (Bosh, Continental, ZF), les anglais (Delphi), les japonais (Aisin, Denso, Hitachi), les coréens (Mobis), les canadiens (Magna), les américains (Aptiv). Cela ouvre le champ des possibles et permet l'avènement de nouveaux partenariats.

Entre le poids largement accru de l'électronique et le poids du logiciel embarqué en avant-garde par rapport à ce que les constructeurs connaissaient, les équipes techniques de beaucoup de constructeurs ont alors été dépassées par les événements. Ce fait explique la multitude d'investissements de la part des constructeurs pour rattraper le retard ... mais aussi la multitude d'acteurs entrants sur le marché dans le domaine de l'intelligence artificielle (les chinois sont à la pointe avec les start-up Holomatic, Momenta et WeRide) et des capteurs, notamment le lidar. Par exemple les sociétés chinoises Benewake, Hesai, Leishen, RoboSense et Surestar, les israéliens Innoviz et Oryx, les américains Aimotive, Luminar, Quanergy, Sense Photonics et Velodyne, les canadiens LeddarTech et Neptec, l'australien Ocular. Plus d'un milliard de dollars ont été investis dans une cinquantaine de start-up de Lidar de 2016 à 2018 (source Reuters).

5.1.3 Les nouveaux impétrants

Lorsqu'un jour l'histoire du VA sera racontée, on retiendra que des impétrants ou nouveaux acteurs auront fait la course en tête bien avant les constructeurs traditionnels :

- **Tesla Motors (2008)** : c'est l'un des premiers acteurs ayant fait le pari du véhicule autonome. Créé par Elon Musk, Tesla Motors s'est rapidement fait connaître sur le marché du véhicule électrique, et dès ses débuts, sur le marché du véhicule autonome, même s'ils ont été rattrapés en 2019 par les constructeurs traditionnels. Ils ont été les premiers à commercialiser un véhicule à délégation partielle de conduite (Model S) et à en subir les conséquences (premier accident mortel en mai 2016). Leur nouveau système de conduite autonome (Autopilot 2.0 entièrement déployé fin 2017) permet de mieux gérer la conduite autonome sur autoroute, tandis que la version 3.0 annoncée pour mi-2019 permettra de le faire sur des routes urbaines. Les objectifs de la marque évoluent au gré des innovations. Depuis septembre 2017, Tesla a officiellement annoncé vouloir adapter son système pour les poids lourds autonomes.
- **Google (2009), puis Waymo à partir de décembre 2016** : Avec la création de sa filiale Waymo, Alphabet (maison-mère de Google) a revu ses objectifs. Alors qu'il était question de créer et de commercialiser un véhicule autonome « 100% Google », il fait le choix d'approfondir les technologies développées dans les domaines de l'intelligence et de la connectivité. Pour le CEO de Waymo, *"il ne s'agit pas de produire de meilleurs véhicules, mais de meilleurs conducteurs"*. Cette évolution stratégique implique un repositionnement auprès de potentiels partenaires, et notamment auprès de constructeurs. Ainsi Waymo a par exemple équipé des véhicules Fiat-Chrysler de sa technologie. L'objectif pour Waymo est de produire une intelligence embarquée permettant l'autonomie. Dernière nouvelle datant de décembre 2018 : le lancement de Waymo One, sa plate-forme commerciale de taxi autonome à la demande.

Le service Waymo One

La filiale d'Alphabet avance prudemment et ne propose dans une première étape cette application qu'à des centaines d'"early riders". Les "early riders" sont ces personnes, souvent employées chez Google mais pas seulement, qui peuvent tester en exclusivité les véhicules autonomes de Waymo et faire des retours à la société afin qu'elle améliore son service. Waymo One sera progressivement ouvert au public en fonction de l'augmentation de la flotte de véhicules autonomes et du nombre de conducteurs qualifiés. Avec une centaine de minivans autonomes, Waymo One est disponible dans la région métropolitaine de Phoenix comprenant les villes de Chandler, Tempe, Mesa et Gilbert. Si la société a reçu l'autorisation de tester des véhicules autonomes sans conducteurs, ceux transportant les passagers de Waymo One auront encore un opérateur à leur bord devant être en capacité de reprendre le contrôle du véhicule à tout moment. Waymo One est disponible 24h/24 et 7j/7. L'application mobile semble assez intuitive. Waymo précise avoir tenu compte des retours des "early riders" pour améliorer le service. Les clients ont une estimation du prix de la course avant d'accepter ou non le trajet (estimation basée sur le temps supposé ainsi que le nombre de kilomètres à parcourir). Les premiers retours d'expérience usagers montrent une sécurité plutôt rassurante, une conduite relativement lente mais aussi quelques rares arrêts intempestifs en cas de situation confuse (le conducteur de sécurité reprend la main dans ce cas). Depuis le 16 avril, l'application est proposée à tout public en téléchargement sur Google Play mais uniquement pour s'inscrire sur la liste d'attente.

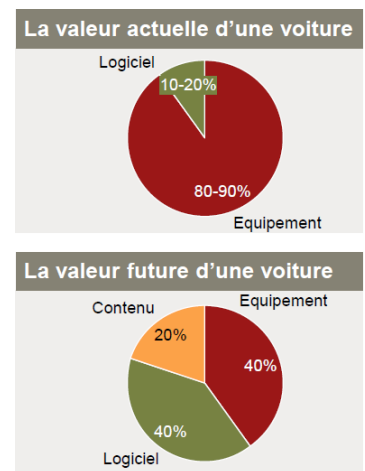
- **Uber et nuTonomy (2015)** : N'apparaissant pas sur la cartographie des acteurs présentée précédemment, ces deux acteurs font pourtant partie des moteurs du secteur. Uber a notamment investi plusieurs centaines de millions de dollars dans la recherche associée aux VA. Mi-2018, Uber annonce qu'il renonce au développement des poids lourds autonomes malgré son achat de la start-up Otto deux ans plus tôt pour près de 600 millions d'euros. Il cherche aujourd'hui à accélérer l'innovation pour obtenir des véhicules autonomes opérationnels de **niveau 5** le plus vite possible pour ses différents réseaux de taxis à travers le monde (partenariat avec NavLab de l'université Carnegie-Mellon de Pennsylvanie. Début 2015, il avait même recruté toute une promotion d'ingénieurs diplômé en robotique). De plus, suite au rachat d'Otto pour 680 millions de dollars en fin d'année 2016, Uber a mis en place une filiale spécialement dédiée à la R&D sur le sujet : Uber Advanced Technology Group (ATG). Uber travaille avec plusieurs constructeurs, Volvo, Daimler et

Toyota, pour mettre en place un jour des flottes de véhicules autonomes. nuTonomy a elle aussi été rachetée en octobre 2017 (pour 400 millions de dollars) par Delphi, un équipementier bien installé.

- **Baidu** : l'équivalent de Google en Chine a l'ambition de devenir un acteur incontournable du VA grâce à sa plateforme ouverte Apollo mettant à disposition ses technologies et pouvant accueillir celles des start-up et constructeurs. En tant que géant de l'intelligence artificielle, il collabore avec les constructeurs chinois JAC, BAIC et Chery pour lancer des véhicules semi-autonomes en 2020, et avec le constructeur d'autocars King Long pour lancer un minibus automatisé en 2019. Les deux autres géants du numérique chinois, Tencent et Alibaba, ne sont pas en reste. Alibaba allié au constructeur chinois SAIC Motor mènerait discrètement mais régulièrement des essais de véhicules autonomes sur route ouverte, de même Tencent allié au constructeur chinois Geely.
- **Samsung** : le géant coréen se positionne aussi sur le VA. Comme Baidu, il développe une plateforme ouverte et modulaire, appelée DRVLINe.

L'illustration ci-contre montre une perspective d'évolution dans la composition du prix d'une voiture dans le futur. Le marché de la voiture autonome pourrait représenter environ **500 milliards d'euros** à l'horizon 2035. Les constructeurs n'en capteraient plus que 40% contre 80 à 90% aujourd'hui. S'il ne s'agit que d'une estimation, on comprend tout de même que, du fait de ces nouveaux acteurs, le secteur automobile subirait vraisemblablement un changement structurel profond qui bouleverserait le rapport de force existant.

Estimation de l'évolution de la composition du prix d'un véhicule
 Source : A.T. Kearney, Usine Digitale



Pour la partie « contenu », certains constructeurs voient dans la connectivité un nouveau marché de services. Aujourd'hui le seul service disponible réellement utilisé est la navigation routière. Demain de nouveaux services qui sont l'apanage des smartphones pourraient être proposés et commercialisés : applications, services de réservation de restaurant, paiement en ligne, jeux, etc. Le CES de Las Vegas est le lieu spectaculaire pour découvrir en janvier de chaque année un déluge de services innovants et de nouvelles technologies. Mais s'adonner à ces services en roulant n'est possible que si l'on ne conduit pas, donc la **convergence entre véhicule connecté et véhicule autonome** est la condition pour que ce nouveau marché de services puisse décoller.

D'autres impétrants commencent à se faire connaître et pourraient bousculer le marché à venir du VA : Dyson (le fabricant anglais d'aspirateurs électriques) se lance dans la construction à Singapour d'un véhicule autonome et électrique, Zoox en Californie, Pony.ai en Californie aussi, les nouveaux constructeurs chinois Chang'an et surtout Byton, qui se positionne comme le concurrent direct de Tesla. Une berline au niveau 4, la K-Byton, a été présentée au dernier CES de Las Vegas en janvier 2019, une usine est en cours de construction à Nankin avec le soutien de l'Etat chinois, une centaine de prototypes en test depuis fin 2018 en Chine et leur commercialisation en Europe annoncée pour fin 2020. En pensant à cette ribambelle d'impétrants, il faut rester lucide car certaines start-up au départ très prometteuses ont fait office de grosses bulles, comme la start-up chinoise Roadstar ou la start-up américaine Faraday Future qui avait fait sensation en 2016 et 2017.

Dans ce panorama foisonnant d'acteurs, **Apple et Microsoft** apparaissent bien discrets, ce qui est plutôt étonnant, mais ils avancent en fait dans l'ombre. La stratégie de Microsoft semble se limiter au développement des logiciels embarqués et au déploiement de la plateforme Apollo de Baidu destinée aux constructeurs de véhicules autonomes. Apple a déployé discrètement en Californie en 2018 une flotte de VA qui sont en fait des SUV Lexus RX450h (du très haut de gamme), en tout une cinquantaine de VA enregistrés au Department of Motor Vehicles (DMV) de Californie. Fin décembre 2018, les informations communiquées

par Apple au DMV révèlent un nombre élevé de dysfonctionnement de leurs VA et donc de « désengagements » (reprise manuelle du contrôle du véhicule), nombre plus élevé par kilomètre parcouru que ses concurrents Waymo ou Cruise. Il semble bien qu'Apple ait pris du retard. La partie visible de la stratégie actuelle d'Apple, comme Microsoft, semble se limiter à l'approche soft, du système de lidars aux logiciels. Mais on sait qu'Apple entretient le culte du secret (rappelons-nous la sortie inattendue de l'iPhone en 2007) et il n'est pas impossible d'assister un jour à une présentation mondiale d'une « **iCar** » 100% Apple.

5.1.4 Les acteurs du VA orientés vers le transport collectif

On peut distinguer quatre types d'acteurs :

- Principaux opérateurs de transport : l'acteur se positionne comme un acheteur potentiel sur le marché. De plus, il représente aussi un évaluateur du potentiel d'exploitation de ces véhicules.
- Constructeurs de navettes autonomes : l'acteur assemble le véhicule. Il peut potentiellement, développer et/ou améliorer le système de navigation du véhicule.
- Fournisseur d'intelligence : l'acteur se positionne comme fournisseur des systèmes permettant de rendre intelligent le véhicule dans son automatisation.
- Fournisseur de connectivité : l'acteur se positionne comme fournisseur des capteurs, des systèmes de communications à l'intérieur du véhicule, entre véhicules, entre le véhicule et l'infrastructure ... nécessaires au véhicule autonome.

Dans le cas des véhicules autonomes orientés vers le transport collectif, les rapports de force ne sont pas tout à fait les mêmes. Si le poids des équipementiers est le même que dans le cas du VA à destination des particuliers, le **marché reste fondamentalement différent**.

D'abord, la construction des véhicules est détenue par un très petit nombre de start-up. Parmi celles-ci, **deux sont françaises** (Navya et EasyMile) et dominent actuellement le marché mondial mais elles sont **challengées par de nouveaux entrants**. Ainsi LocalMotors est arrivée beaucoup plus récemment (avec sa navette Olli), tout comme l'indien The High-Tech Robotic Systemz qui a commercialisé son modèle de navette fin 2017 (Novus Drive) et le chinois Baidu (navette Apolong). La société Navya a rencontré des difficultés financières au cours du deuxième semestre 2018, le chiffre d'affaires fin 2018 étant inférieur de 40% par rapport à l'objectif, entraînant l'éviction du PDG par les actionnaires en décembre dernier. Mais aux dernières nouvelles, Navya reste toujours à l'avant-garde et maintient ses ambitions de devenir un des leaders mondiaux du VA. Pour preuve, la société française a inauguré le 22 janvier 2019 son nouveau laboratoire de R&D dans le quartier de La Défense et prévoit d'embaucher une vingtaine de chercheurs d'ici fin mars en plus des 80 déjà présents.

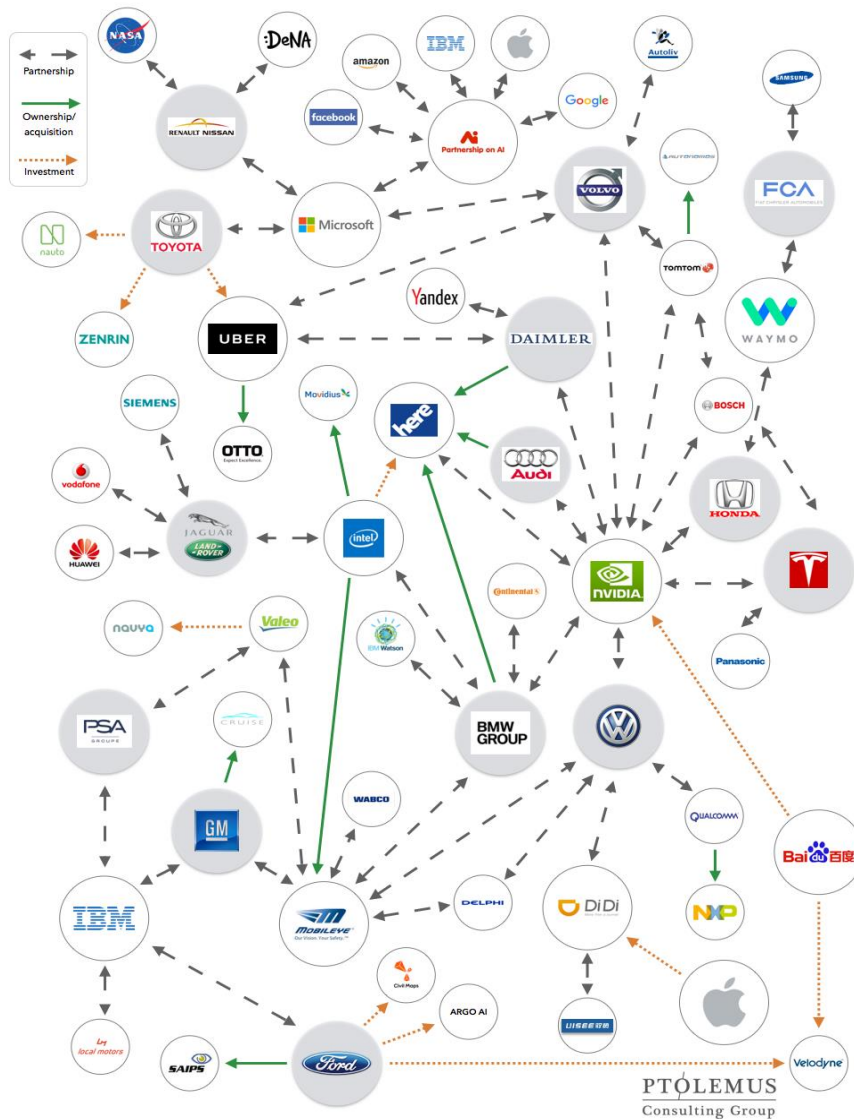
Ensuite l'autre spécificité repose sur le fait que les **clients sont des professionnels du transport public**. Cette spécificité implique alors que ces véhicules soient à même de fournir un service efficace et rentable. C'est d'ailleurs pourquoi des opérateurs de transport ont fait le pari de travailler avec ces start-up ou même d'y investir des capitaux : c'est le cas de Keolis, actionnaire de Navya, ou de CarPostal et de Transdev qui travaillent avec Navya à l'expérimentation de ces véhicules sur site. C'est aussi le cas d'Alstom, constructeur ferroviaire historique, qui est entré au capital d'EasyMile en janvier 2017.

5.1.5 Autres acteurs potentiels en Île-de-France

Il faudra compter à l'avenir sur les **gestionnaires de flotte** qui réfléchissent au modèle économique du VA partagé, sur les opérateurs de covoiturage et d'autopartage, et sur les énergéticiens dont le déploiement des bornes de recharge conditionnera l'usage des VA.

Dans tout cet écosystème du VA en devenir, les **collectivités locales** (dont la Région d'Île-de-France) et IDFM doivent trouver leur place, tant au stade de l'expérimentation qu'au stade du déploiement et de la régulation. Déjà la région investit dans la connectivité V2I pour faciliter les expérimentations. Elle aura un **rôle de stratège** pour organiser et réguler l'arrivée des flottes de VA partagés. Et elle a un atout considérable à maximiser : c'est la première région de France de la filière automobile en termes d'emplois (70 000).

5.2 Des partenariats tous azimuts



Ce schéma des partenariats réalisé par Ptolemus Consulting Group date de fin 2017.

Au cours des trois dernières années, il y a eu un foisonnement d'annonces de partenariats tambour battant, parmi lesquels des « coups » médiatiques, donc pas toujours facile à suivre, et d'acquisitions à coups de milliards € qui donnent le vertige. Il faut faire la part entre l'annonce médiatique et la réalité. Par exemple, en mars 2018, GM annonçait un investissement pour la production de véhicules autonomes en 2019, les Cruise AV, dans ses usines du Michigan. En réalité ces véhicules n'ont qu'une autonomie de niveau 3 donc le saut technologique vers le niveau 4 n'est pas franchi. Mais les six derniers mois ont vu la création de partenariats stratégiques au niveau international basée sur une vraie logique industrielle.

5.2.1 Partenariat dans la voiture autonome

Le Cabinet américain Alix Partners a comptabilisé 271 partenariats impliquant un constructeur automobile en 2017 en matière de véhicule autonome, connecté, partagé, électrique, contre seulement 131 en 2016 dans le monde. En voici les principaux depuis 2016, ainsi que quelques acquisitions et autres annonces notables.

2019 (janvier-mars) :

- Toyota et Softbank annoncent un nouvel investissement d'un milliard \$ (les parts étant 2/3 - 1/3) dans l'activité véhicule autonome d'Uber.
- Volkswagen et Ford annoncent une « Alliance globale » en Europe pour développer ensemble le véhicule autonome et électrique.
- Volkswagen et Microsoft : le constructeur bénéficiera de la structure « cloud » Azure de Microsoft qui permettra de connecter tous ses véhicules et d'accéder à une plateforme de services numériques.
- Partenariat Seat (appartient au groupe Volkswagen) et IBM dans l'IA.
- Ford et Volkswagen vont investir 1,7 milliard de dollars dans Argo, start-up spécialisée dans l'IA et la conduite autonome. Ford y avait déjà investi 1 milliard de dollars en 2017.
- Partenariat MobilEye (filiale d'Intel)/Valeo
- Alliance Honda/Toyota/Softbank
- Acquisition par Daimler de l'équipementier américain Torc Robotics spécialisé dans les technologies du VA
- Partenariat LG Electronics et Microsoft dans l'infodivertissement à l'intérieur du VA et dans l'aide à la conduite

2018

- Le constructeur chinois Geely devient le premier actionnaire de Daimler-Mercedes.
- Commande par Uber à Volvo de 24 000 véhicules autonomes.
- Partenariat Uber/Daimler.
- Toyota investit 500 millions de dollars dans Uber.
- Hyundai et Volkswagen collaborent avec l'équipementier Aurora pour la voiture autonome.
- Daimler et Bosch choisissent la plate-forme d'intelligence artificielle de Nvidia.
- Partenariat entre Nvidia et Volvo.
- Honda investit 2,75 milliards de dollars dans Cruise, l'unité de General Motors dédiée à la voiture autonome.
- Softbank investit 2 milliards de dollars dans Cruise.
- En perte de vitesse dans les smartphones, Samsung annonce un plan d'investissement de 25 milliards de dollars pour l'IA, la voiture autonome (en particulier sa plateforme Drvline) et la 5G
- Ford investit 4 milliards de dollars dans sa nouvelle division véhicules autonomes.
- Un nouvel impétrant aux Etats-Unis : Zoox. A levé 500 millions de dollars en juillet 2018 pour fabriquer un nouveau véhicule autonome.
- Un autre nouveau venu aux Etats-Unis, Pony.ai : il annonce en juillet 2018 avoir réalisé une levée de fonds total de 214 millions de dollars afin de développer sa plate-forme pour les véhicules autonomes.
- Partenariat entre NTT Docomo et Valeo pour le développement et la commercialisation de solutions de connectivité pour les VA
- Israël : partenariat Volkswagen/Mobileye/Champion Motors pour créer une joint-venture "New Mobility in Israel" qui vise à déployer progressivement un service de robot-taxis en 2019.
- L'entité véhicule autonome de Delphi, nuTonomy, est désormais intégrée au sein d'Aptiv.
- Volkswagen a annoncé investir 44 milliards d'euros jusqu'à fin 2023 dans l'électro-mobilité, la conduite autonome, les nouveaux services de mobilité, ainsi que dans la digitalisation des véhicules et de ses usines.
- GM annonce qu'il va produire son Cruise AV, une voiture sans volant ni pédales, dès 2019.
- L'alliance Renault-Nissan-Mitsubishi investit dans la start-up chinoise WeRide.ai, spécialisée dans le développement du véhicule autonome de niveau 4, pour 52 M€. La start-up a annoncé le

déploiement de 500 VA à Guangzhou et Anqing et un objectif de 50 millions de km à parcourir en 2019.

- Partenariat Google/alliance Renault-Nissan-Mitsubishi pour installer Android dans ses voitures.
- A Taiwan, partenariat Acer/Yulon pour développer un véhicule autonome de niveau 4.
- Partenariat entre SAIC (constructeur chinois) et TTTech Auto (équipementier autrichien) pour expérimenter à Shanghai.

2017

- Fiat-Chrysler rejoint le consortium BMW-Intel-Mobileye pour développer une plate-forme technologique leader destinée à préparer le déploiement des VA.
- Partenariat PSA/nuTonomy à Singapour dans le but de tester des Peugeot 3008 autonomes. Ce partenariat fait partie du plan Business Lab, la cellule de veille de PSA créée début 2017 pour nouer des liens avec les start-up. En 2017, 560 start-up ont été passées au crible et 32 contrats de collaborations ont été conclus.
- Partenariat Lyft/Ford
- Rachat par Renault du site R&D d'Intel à Toulouse : 280 salariés et un plan de développement ambitieux autour du logiciel embarqué, du véhicule connecté et autonome
- Achat par Intel de Mobileye, fabricant israélien de systèmes autonomes, pour 15,3 milliards de dollars.
- Partenariat Volvo/Autoliv (équipementier) pour créer Zenuity dans le but de développer de nouvelles technologies d'aide à la conduite autonome.
- Investissement de Ford dans Argo-AI, une startup IA, pour 1 milliard \$ + investissement de 150 millions \$ dans la start-up de fabrication de Lidar VeloDyne et dans la société Civil Maps
- Delphi, un grand équipementier, achète une start-up VA, nuTonomy, pour 45 millions de dollars.
- Uber rejoint une coalition composée de Google, Lyft, Volvo et Ford : the Self-Driving Coalition for Safer Street. L'objectif affiché est de travailler avec les législateurs, les régulateurs et le public afin de profiter des avantages en termes de sécurité et pour la société des véhicules autonomes.
- Partenariat Volkswagen/ Aurora, une start-up VA fondée par des vétérans de Google, Uber et Tesla.
- Partenariat Allianz (assureur)/EasyMile
- Partenariat Microsoft/Baidu pour déployer la plateforme Apollo de Baidu hors de Chine destinée aux constructeurs dans le cadre de leur développement des véhicules autonomes, en utilisant la solution Cloud Azure de Microsoft
- Partenariat Baidu/HERE
- Partenariat Baidu/BAIC Motor (constructeur automobile chinois).
- Partenariat Nvidia/HERE
- Partenariat Honda/Sensetime (start-up chinoise spécialisée dans la reconnaissance faciale valorisée à 4,5 milliards \$).

2016

- Achat par GM de Cruise, une start-up VA pour 1 milliard \$.
- Partenariat Honda/Waymo.
- Partenariat Mobileye/Delphi/Intel dans le but de créer un ensemble de technologies permettant d'atteindre le niveau 5 d'autonomisation.
- Rachat par Intel de Nervana Systems et de Movidius
- Partenariat entre Microsoft, Renault Nissan, Toyota et Volvo
- Partenariat BMW/Intel/Mobileye
- Partenariat Google/Fiat
- Rachat par Uber de Otto (start-up véhicules de fret autonomes) pour 680 millions \$.
- Partenariat Uber/Volvo.
- Partenariat NEC, Denso, eSol, pour créer AUBAS, une entreprise de production de connectivité et d'équipement électronique pour le VA.
- Investissement de 1 milliard \$ d'Apple dans la plateforme de VTC chinoise Didi
- Rachat par GM de Cruise Automation pour 1 milliard \$. Partenariat GM/Lyft, investissement de 500 millions \$

5.2.2 Partenariat dans la navette autonome

- Partenariat Transdev/ZF début 2019 (un grand équipementier allemand)
- Alstom investit dans la start-up EasyMile à hauteur de 14 millions €.
- Keolis investit dans la start-up Navya.
- Valeo investit dans la start-up Navya.
- Airbus investit dans LocalMotors.
- Transdev et l'industriel strasbourgeois Lohr s'allient avec Torc Robotics pour développer la navette i-Cristal. Chacun apporte sa solution technologique : un logiciel de conduite autonome et une offre de capteurs pour Torc, un système de supervision, une infrastructure connectée, une application client et une technologie embarquée pour Transdev.
- Partenariat Renault/Transdev

Ainsi, les constructeurs automobiles, les équipementiers, les géants de la technologie, les start-up en IA et robotique, et les opérateurs de mobilité sont déjà engagés dans une **bataille féroce** pour dominer la filière émergente du VA. Derniers entrants : les opérateurs de télécommunication qui voient dans le VA un marché pour la 5G. L'ensemble de la filière VA va sans doute **se décanter** dans les années à venir. Certains prédisent que le VA sera aussi disruptif que l'a été le smartphone mais il faut rester prudent.

5.3 Distinguer l'avancement de la maturité

Il est important de bien dissocier l'avancement et la maturité, d'autant plus sur le véhicule autonome.

Par exemple, les États-Unis sont très avancés, mais ne sont pas pour autant très matures. Il s'agit plus d'une **course industrielle et technologique** (nationale et internationale) que d'une volonté d'implanter ce type de solution sur du long terme pour le moment. Cet état de fait a été constaté à la lumière des événements survenus aux États-Unis le 18 mars 2018 (accident mortel impliquant un véhicule autonome d'Uber et un cycliste qui marchait à côté de son vélo), cela peut s'avérer à double tranchant.

Par opposition l'Allemagne est plus mature : elle avance plus lentement d'un point de vue industriel, mais développe prioritairement les aspects juridiques, légaux, éthiques etc... qui posent les jalons nécessaires au développement de ces solutions à plus long terme. Le parfait exemple se retrouve dans les directives sur lesquelles le gouvernement allemand a statué en août 2017 concernant **l'éthique des algorithmes** à mettre en place : lors d'un accident, et si le choix s'impose, le véhicule doit par exemple choisir de tuer un animal plutôt qu'un humain. La question du « **dumping éthique** » se pose aussi pour les expérimentations du VA : des entreprises choisissent d'expérimenter leur VA dans un pays où la législation est moins contraignante que dans leur propre pays. Faut-il les blâmer ?

Du point de vue technologique, il existe des **niches** où certains acteurs sont plus en avance que Waymo. Par exemple, on peut s'interroger sur l'impact des conditions météorologiques sur la fiabilité des VA. En Arizona où ont lieu beaucoup d'expérimentations de Waymo, la neige tombe 3 à 4 fois ... par siècle. Dans le même temps, Yandex, qui est le Google russe, teste des véhicules autonomes dans la cité universitaire d'Innopolis, en Russie dans des conditions neigeuses très fortes. On peut penser qu'il a une avance sur Waymo sur la sécurité des VA par temps de neige. Sur le Lidar, il existe une multitude de technologies portées par de nombreuses start-up. Aucune technologie ne fait encore consensus aujourd'hui.

6. Conclusion

Annoncé *urbi et orbi* comme étant tout à la fois « autonome, partagé, connecté et électrique », le véhicule du futur fait l'objet de tous les fantasmes. Mais la réalité sera sans doute un peu différente, en tout cas dans un avenir proche, car ces différentes caractéristiques ne sont pas toutes au même stade de développement.

- Le véhicule électrique

S'il reste des progrès à faire concernant les batteries et les infrastructures de recharge, il n'y a plus de doute: le véhicule électrique va s'imposer à terme. Tous les constructeurs sans exception et les gouvernements ont pris conscience de la mutation à l'œuvre du marché traditionnel (essence, diesel) vers un marché du tout électrique. Les premiers ont déjà investi 20 milliards d'€ au cours des huit dernières années et prévoient d'investir 11 fois plus dans les huit prochaines années, donc le marché du véhicule électrique va connaître une accélération phénoménale. La France est le premier marché européen de la voiture électrique devant la Norvège et l'Allemagne. Le gouvernement français va participer à la création d'un consortium, cofinancé par l'Europe, la France (à hauteur de 700 millions d'euros) et l'Allemagne (1 milliard d'euros), dédié à la recherche et à la production de batteries de nouvelle génération. Le véhicule électrique est un coup parti.

- Le véhicule connecté

L'attente forte des constructeurs et de leurs équipementiers réside dans la connectivité V2V (véhicule à véhicule) et V2I (véhicule à infrastructure) qui sera permise par la 5G, indispensable pour maximiser la sécurité des véhicules autonomes en circulation, même si certains acteurs comme Waymo, la filiale de Google, n'ont pas fondé leur stratégie de déploiement du véhicule autonome sur la connectivité. Il reste à résoudre la question du financement du déploiement massif de la 5G et de l'installation des équipements communicants au bord des routes et des carrefours intelligents. En France, les licences 5G ne seront attribuées qu'à la fin de 2019. La France a déjà pris du retard par rapport aux Etats-Unis, la Chine, ou même l'Italie. Compte tenu du temps nécessaire au déploiement de la 5G sur tout le territoire, le chemin paraît encore long avant que les véhicules autonomes soient connectés à ce réseau de nouvelle génération. La Grande-Bretagne, qui a attribué ses licences l'an dernier, a indiqué que son territoire ne serait pas totalement couvert avant 2035.

- Le véhicule partagé

La pratique du partage reste aujourd'hui marginale même si elle augmente progressivement. En cause : la défaillance du modèle économique, l'absence de masse critique ou le manque d'appétence des conducteurs de VTC et des passagers excepté peut-être les jeunes (cas d'UberPool). Il y a théoriquement un réel potentiel mais dans la réalité d'aujourd'hui, personne n'a encore trouvé la martingale pour faire décoller la mobilité automobile partagée. Il est possible que ce décollage soit rendu possible avec la montée en puissance du véhicule autonome, notamment avec l'arrivée de flottes de véhicules sans conducteurs qui induirait une baisse significative du coût d'une course. Ainsi pointerait le scénario d'une convergence entre le véhicule partagé et le véhicule autonome, et la question de la régulation au-delà de l'expérimentation du véhicule autonome.

- Le véhicule autonome

Reste, dans ce quadriptyque, l'attribut d'autonomie et, à l'extrême, l'absence de conducteur dans un véhicule dépourvu de volant et de pédales, qui apparaît comme une réelle disruption dans l'histoire de l'automobile. Le niveau 2 d'automatisation (qui en compte 5), c'est-à-dire l'assistance à la conduite, devrait se généraliser à court terme. Le niveau 4 (autonomie sans supervision humaine) prend forme actuellement aux Etats-Unis avec le déploiement progressif par Waymo et Uber de flottes de véhicules autonomes. La présente étude a montré les nombreux bénéfices du véhicule autonome en termes de sécurité, de mobilité notamment des seniors, mais aussi suscité des interrogations sur la cybersécurité, la protection de la vie privée et le manque de maturité des technologies (capteurs, 5G, V2X, géolocalisation, cartographie 3D, reconnaissance de forme

par intelligence artificielle). La question de l'acceptabilité sociale liée à des facteurs psychologiques est aussi au cœur des réflexions sur le déploiement massif des véhicules autonomes en France, le souvenir des 3 accidents mortels aux Etats-Unis étant omniprésent. Une incertitude demeure sur la date de ce déploiement, les constructeurs étant partagés sur la question. Ford, General Motors, Volvo, Toyota annoncent des véhicules au niveau 4 dès 2020 ou 2021 tandis que Carlos Tavares, le président du directoire de PSA, a indiqué en mars 2019 que le groupe français ne développerait pas de fonctionnalités d'autonomie au-delà du niveau 3 pour les véhicules particuliers.

Le retard européen et l'enjeu industriel du véhicule autonome

Il est indéniable que l'Europe est en retard par rapport à ce qui se passe aux Etats-Unis. Depuis 2015, 70 expérimentations en France ont permis de faire parcourir environ 300 000 km à des véhicules autonomes tandis qu'aux Etats-Unis, Waymo qui fait figure de pionnier a fait rouler plus de 16 millions de km à ses véhicules autonomes depuis 2010, et Cruise (la filiale de General Motors) totalise près de 800 000 km rien qu'en Californie. Les autres pays européens ne font pas mieux que la France, qui est d'ailleurs plutôt en pointe en ce qui concerne le segment des navettes autonomes grâce à deux pionniers, Navya et Easymile. Plus discrète dans ses projets, la Chine s'avère être également en avance dans le véhicule autonome, l'intelligence artificielle et la 5G, sous l'impulsion de géants du numérique tels que Baidu.

L'enjeu de cette course est à la fois économique, industriel et social. En 2016, la filière automobile en France représentait 216 000 emplois directs et 2,18 millions d'emplois indirects, soit 8% de la population active, selon le Comité des constructeurs français d'automobiles (CCFA). Si cette filière ne prend pas part à la mutation du marché automobile et se fait distancer par les concurrents américains et chinois, le risque est réel de voir la France perdre sa souveraineté économique sur le marché de l'automobile dans un contexte de redistribution des cartes. Selon le cabinet AT Kearney, les nouveaux revenus liés au véhicule autonome et connectés pourraient représenter environ 500 milliards d'euros d'ici à 2035, services après-vente, applications et services numériques affiliés compris. Des grands constructeurs l'ont bien compris et ont créé des partenariats stratégiques pour développer le véhicule autonome, comme l'Alliance Globale entre Volkswagen et Ford en janvier 2019 ou entre Honda et Toyota en mars 2019.

Une kyrielle d'acteurs privés – constructeurs automobiles, équipementiers, entreprises technologiques, opérateurs de mobilité, start-up, énergéticiens, opérateurs de télécoms, etc. – est déjà sur la ligne de départ. A terme, c'est tout le paysage de l'industrie automobile mondiale qui risque d'être bouleversé par l'avènement du véhicule autonome. Les constructeurs historiques sont défiés par des acteurs venus du digital et de l'intelligence artificielle omniprésente dans la sphère du véhicule autonome. Au-delà d'une concurrence effrénée, tous ces industriels se livrent aussi à une guerre de communication pour montrer que chacun est toujours dans la course, pendant que Waymo parti très tôt, poursuit sa course loin devant tout le monde.

Ainsi, si les constructeurs automobiles français et le gouvernement semblent avoir pris pleinement conscience des enjeux industriels liés au développement du véhicule autonome, il y a urgence à passer aux actes comme cela été fait en son temps vis-à-vis du véhicule électrique pour lequel l'heure de la massification a sonné.

Le rôle de l'Etat

Dans cette affaire, la puissance publique a un rôle déterminant à jouer. Longtemps, la France a hésité à se lancer dans la course et laissé les Etats-Unis, grande puissance automobile, ou la Chine, grande puissance de l'intelligence artificielle et du numérique, mener des expérimentations à grande échelle. Aujourd'hui, elle se dit prête à se jeter dans la bataille pour rattraper son retard mais il faudrait pour cela pouvoir rapidement passer des paroles aux actes concrets. Le plan national de 16 expérimentations dévoilé le 24 avril 2019 subventionné à hauteur de 42 M€ par l'Etat est un premier pas mais reste encore relativement modeste si l'on compare à l'avance considérable des Waymo, Uber et autre GM, sans parler des acteurs chinois.

La France est signataire de la Convention de Vienne de 1968, qui oblige les véhicules à avoir un conducteur attentif, ce qui n'est pas le cas d'autres pays tels que les Etats-Unis, la Chine, la Grande-Bretagne, le Japon et les Pays-Bas. Les expérimentations de véhicules sans conducteur dans l'Hexagone sont donc soumises à autorisation au cas par cas. Les pouvoirs publics ont lancé les grandes manœuvres pour desserrer le carcan imposé par la Convention de Vienne : les projets actuels de lois Pacte et Lom, en

discussion au Parlement, vont inscrire les expérimentations dans un cadre réglementaire précis et stable, ouvrant la voie à des tests de niveau 3 (automatisation avec supervision humaine) sur route ouverte en 2019 ou 2020, et surtout de niveau 4 (sans supervision humaine) à partir de 2022. A condition que le processus législatif ne soit pas retardé, voire qu'il soit accéléré. Et qu'en attendant, l'Etat mette les moyens pour que les procédures de demandes d'autorisation d'expérimentations soient allégées et ne soient pas victimes de goulets d'étranglement comme c'est le cas aujourd'hui.

Parallèlement, la France doit redoubler d'efforts pour faire évoluer la Convention de Vienne dans le sens d'un assouplissement en participant aux travaux de la CEE-ONU sur les règles de circulation et par des propositions d'amendements à la Convention.

La question n'est pas seulement que technologique. L'Etat français a toujours préféré avancer lentement mais sûrement sur les questions de sécurité, de responsabilité en cas d'accident, d'acceptabilité, contrairement à d'autres pays où l'aversion au risque est moindre. Mais il ne faudrait pas que cette prudence raisonnable de la France se transforme en talon d'achille dans cette compétition internationale en cours. Concrètement, il sera nécessaire à terme d'adapter le code de la route afin de rendre possible la circulation de tels véhicules hors expérimentation.

Le rôle de la Région Île-de-France

La région Île-de-France – avec ses 16 millions de déplacements quotidiens en voiture et ses 70 000 emplois dans l'industrie automobile - a un rôle majeur à jouer dans le développement de cette filière d'avenir : celui d'accompagner et d'encourager les expérimentations. Celles-ci devraient se multiplier sur le territoire régional dans les mois qui viennent, et à une plus grande échelle que celles qui ont eu lieu jusqu'à maintenant et qui paraissent peu convaincantes au regard de leur potentiel d'usage.

En tirant les enseignements d'un benchmarking international sur la réglementation, les aides publiques et les partenariats privé/public, nous proposons **cinq pistes d'actions** pour favoriser les expérimentations et l'accélération de leur déploiement dans la région Île-de-France.

Piste 1 : Expérimenter sur moyenne distance en conditions réelles.

Il s'agit de dépasser la « petite » expérimentation de navette sur portion de route fermée qui n'est pas à la hauteur des ambitions nationales sur le véhicule autonome. Deux pistes sont possibles, sans être exclusives l'une de l'autre. La première a déjà été initiée par la Région d'Île-de-France et doit être poursuivie : elle consiste à expérimenter des cas d'usage sur des itinéraires de moyenne distance, balisés et en conditions réelles, tant pour les voitures autonomes que pour les navettes autonomes.

Ces itinéraires comportent des sections sur voies rapides qui sont en train d'être préparées pour accueillir des expérimentations de véhicule autonome (voir l'Initiative Paris Road 5.0). Il s'agit de développer la connectivité V2I sur le réseau routier d'intérêt régional, les bornes de recharge électrique, et plus basiquement bien sûr, renforcer les signalétiques horizontale et verticale qui pourraient être « augmentées » par des messages vocaux à leur passage. Mais il faut également penser les itinéraires de « porte-à-porte » et réfléchir à la manière d'aménager les infrastructures en dehors des sections de voies rapides, tels que les carrefours intelligents.

Piste 2. Expérimenter à l'échelle d'un territoire en conditions réelles

Cette deuxième piste consiste à mettre en place un site d'expérimentations en Ile-de-France, non plus sur du linéaire, mais sur un territoire d'une certaine superficie (de 0,5 à 1 km²) sur le modèle du site Zalazone en Hongrie, de K-City en Corée du sud, de Mcity aux Etats-Unis ou de Transpolis près de Lyon. Cette superficie suffisante permettra d'expérimenter une infinité de scénarios de flottes de véhicules autonomes et de cas d'usage indispensables pour acquérir un maximum d'expérience. Ce site doit faire de la région Île-de-France une référence mondiale attractive. Mieux qu'un site construit sur un terrain militaire ou universitaire comprenant une reconstitution artificielle d'un environnement urbain, il doit comporter des morceaux réels de ville (habitat, bureaux, commerces, écoles, etc) pour permettre des tests en conditions réelles. Ce site doit être équipé de toutes les nouvelles technologies : 5G, Wifi, fibre optique, IoT, carrefours intelligents, capteurs,

unités de bords de route, caméras, cartographie 3D précise, recharge électrique innovante, poste central de contrôle à distance des véhicules autonomes, jumeau virtuel, etc. C'est ce qui attirera les plus grands acteurs privés internationaux (pourquoi pas Waymo) et favorisera la construction d'un écosystème de partenaires privés, publics, parapublics et académiques.

Ce terrain de jeux ouvert aux expérimentations avec possibilité de déroger temporairement à la réglementation en vigueur créera une synergie plutôt qu'une compétition entre les acteurs privés, publics et académiques et une véritable force d'innovation sur le territoire francilien.

Le plateau de Saclay, Versailles-Satory ou le territoire de Marne-la-Vallée seraient a priori des lieux d'accueil d'un tel site. Ce projet, d'une durée prévisible d'au moins cinq ans, nécessitera des investissements publics sur la durée, en association avec des investisseurs privés. Au préalable, il sera indispensable de tirer des enseignements du site d'expérimentations du projet Transpolis, près de Lyon, afin d'être en mesure d'accélérer la mise en œuvre d'un site.

Piste 3. Sensibiliser le public.

La Région, comme les autres collectivités locales et Ile-de-France Mobilités, doit faire de la pédagogie auprès des usagers de la population locale pour mieux lui faire comprendre les bénéfices du véhicule autonome. Il faut donc améliorer l'information du public en amont de son déploiement. L'information doit être pédagogique en matière de sécurité, d'éthique, de protection de la vie privée, de confidentialité des données enregistrées et de coût. Elle doit permettre aux usagers de s'habituer à la présence de véhicules autonomes dans leur environnement et d'accroître petit à petit leur niveau d'acceptabilité. Un bon exemple de campagne pédagogique est celui développé par Waymo avec son projet « Let's talk self driving ».

Piste 4. Partager les retours d'expérience à l'échelle nationale.

Depuis 2015, les 70 expérimentations de véhicules autonomes qui ont eu lieu en France ont toutes bénéficié de subventions publiques. D'ici 2024, de nombreuses nouvelles expérimentations vont encore être mises en œuvre sur tout le territoire français dans le cadre de ce qui sera permis par les lois Pacte et Lom. Il serait utile que tous les acteurs publics et privés puissent échanger sur des retours d'expériences et partager les bonnes pratiques mais aussi les mauvaises pratiques. Il y a très peu de communication sur les résultats des expérimentations comme le montrent les fiches en annexe. Ainsi, la plateforme collaborative de la démarche France Mobilités/French Mobility lancée par le ministère des Transports fin 2018 constitue un bon outil et une bonne opportunité pour réussir cet échange d'expériences. La Région pourrait devenir un partenaire actif de cette plateforme.

Piste 5. Investir dans des simulateurs de véhicule autonome.

De l'expérimentation minimaliste concluante au déploiement à grande échelle sur un territoire, d'une solution de véhicule autonome, il y a plus d'un pas et d'un euro. Plutôt que de multiplier des expérimentations à minima, davantage à visée de communication que de démonstrateur de potentiel d'usage, et à défaut d'investir massivement sur un site d'expérimentations (piste 2), il vaut mieux investir dans la simulation du véhicule autonome.

En se fondant sur ce qui existe déjà ailleurs, on peut distinguer trois types de simulation :

- un modèle de simulation industrielle de conduite des véhicules autonomes, comme dans le domaine aérien (les simulateurs de vol), faisant appel de plus en plus à l'intelligence artificielle. Ces simulateurs permettent de tester la conduite dans des conditions météorologiques diverses, en situation de risque d'accidents mais aussi l'interface homme-machine à l'intérieur du véhicule. A titre d'exemple, Waymo a fait parcourir sur ses simulateurs plus de 11 milliards de km à ses véhicules autonomes. Ce type de modèle est du ressort de la sphère privée.

- un modèle de simulation en Île-de-France des nouvelles mobilités dont le véhicule autonome. En Île-de-France, les modèles de trafic sont des modèles classiques ne prenant pas en compte les nouvelles mobilités. Un nouveau modèle puissant permettrait de répondre aux questions restées jusqu'à maintenant sans réponse

en Île-de-France sur l'impact de flottes massives de taxis autonomes partagés, sur l'identification des territoires les plus pertinents, sur les impacts sur la congestion et le report modal, sur la complémentarité avec les TC, sur les besoins en recharge électrique, etc. Ce modèle permettrait de faire des évaluations socio-économiques, discipline qui est du ressort de la sphère publique.

- un modèle de simulation pour l'homologation des véhicules autonomes. La Région pourrait ainsi investir, en partenariat avec des acteurs privés tels que l'Utac-Ceram et des entreprises technologiques, dans ce type de simulateur pour contribuer à l'homologation des VA selon des critères français.

La Région pourrait donc investir dans le développement des deux derniers types de simulation. Elle n'a pas la compétence légale pour autoriser des expérimentations réelles du véhicules autonome sur son territoire (c'est la compétence de l'Etat) mais elle peut approcher l'expérimentation et son évaluation par la méthode de simulation. Si nécessaire, elle peut utiliser le « partenariat d'innovation » qui est un dispositif récent de la commande publique.

Comme pour le véhicule électrique à ses débuts au milieu des années 2000, il y a encore beaucoup d'incertitudes aujourd'hui sur le devenir du véhicule autonome en France, notamment sur la date des premières flottes massives en automatisation quasi-totale (niveau 4) sur toutes les routes et a fortiori sans conducteur de sécurité (niveau 5). A l'instar des nombreux acteurs privés qui misent sur l'avènement du véhicule autonome et investissent massivement, il est temps pour les pouvoirs publics de faire, eux aussi, ce pari. L'Etat devrait accélérer les procédures législatives, faciliter les autorisations de test et augmenter les moyens pour l'homologation de véhicules autonomes. Quant à la Région, elle devrait renforcer sa politique de soutien à la création d'un écosystème propice aux expérimentations réelles et numériques, si elle veut concrétiser son ambition de devenir une référence mondiale pour le véhicule autonome.

Fiches 1 à 22

Expérimentations françaises

Fiche 1 : Expérimentation Paris, Pont Charles de Gaulle

Fiche 2 : Expérimentation Puteaux, Esplanade de la Défense

Fiche 3 : Expérimentation Vincennes

Fiche 4 : Projet « Tornado », sur la commune de Rambouillet

Fiche 5 : Expérimentation Rungis, Parc Icade

Fiche 6 : Expérimentation Issy-les-Moulineaux, Île Saint-Germain

Fiche 7 : Expérimentation Saclay, site du CEA

Fiche 8 : Navettes VEDECOM autonomes sur le plateau de Satory

Fiche 9 : Expérimentation de Rouen

Fiche 10 : Expérimentation de Verdun

Fiche 11 : Projet SCOOP : préparer l'arrivée du VA via une infrastructure routière connectée

Fiche 12 : Initiative Road 5.0 de la Région d'Île-de-France et de l'Etat

Fiche 13 : Plan national d'expérimentations

Expérimentations en Europe

Fiche 14 : Projet Drive Me - Suède

Fiche 15 : Projet Sohjoa - Finlande

Aires d'expérimentations dans le monde

Fiche 16 : Transpolis - Lyon

Fiche 17 : ZALAZone - Hongrie

Fiche 18 : K-City - Corée du sud

Fiche 19 : Mcity - Etats-Unis

Modélisation

Fiche 20 : OmniCAV - Grande Bretagne

Fiche 21 : VRX, SCANeRTM et ROADS - France

Fiche 22 : PTV MaaS Modeller

Fiche 1 : Expérimentation Paris, Pont Charles de Gaulle du 23/01/2017 au 07/04/2017

Acteurs à l'origine de l'opération

La RATP est à l'origine de la démarche et a financé l'expérimentation. L'objectif était multiple : tester la solution sur « son territoire » de prédilection, mais aussi communiquer autour de ce nouveau type de véhicules qui étaient alors très médiatisés et qui suscitait beaucoup de curiosité.

Acteurs de l'opération

Le projet d'expérimentation de navettes autonomes sur le pont Charles de Gaulle a nécessité le concours de plusieurs acteurs pour être mis en place et le choix de placer l'expérimentation sur un pont reliant le 12^{ème} arrondissement au 13^{ème} arrondissement a multiplié les acteurs impliqués.

On retrouve alors les autorités locales en termes de voiries et de transports, à l'origine du choix du terrain d'expérimentation :

- À ce titre, les mairies des 12^{ème} et 13^{ème} arrondissements parisiens ont été impliquées en tant que gestionnaires de voirie. Une autorisation a donc été délivrée par les deux mairies pour permettre l'expérimentation sur leur territoire.
- Ensuite, Île-de-France mobilités a pris part à la mise en place de l'expérimentation en donnant son accord en tant qu'autorité organisatrice des transports. L'objectif était aussi pour Île-de-France mobilités de mesurer les capacités et les possibilités de la navette pour pouvoir multiplier les expérimentations sur le sol francilien. La multiplication des expérimentations suite à celle de la RATP renforce cette idée.

Ensuite, on retrouve les sociétés qui avaient la charge de mettre en place l'expérimentation, que ce soit en tant que fournisseurs de véhicules et de l'intelligence associée, ou en tant que fournisseur d'expertise transport et du territoire parisien. Ainsi on retrouve :

- EasyMile, société ayant remporté l'appel d'offre qu'avait lancé la RATP
- La RATP, qui avait ainsi pour objectif ici de mesurer à l'échelle de son activité, les conditions techniques d'utilisation et d'exploitation de la navette, ainsi que de prendre la mesure des possibilités qu'elle offre.

L'opération en elle-même

Il s'agit ici d'une expérimentation courte. Inaugurée et ouverte au public le 23 janvier 2017, l'expérimentation a duré 2 mois et s'est terminée le 7 avril 2017. La navette a relié non seulement les deux arrondissements, mais aussi les gares de Lyon et d'Austerlitz (voir Figure 20 ci-dessous).

Placée entre deux gares générant d'important flux de voyageurs, cette expérimentation avait pour objectif premier de relever le défi du véhicule autonome dans Paris et d'en découvrir les possibilités. Le choix du territoire ici n'est pas anodin et observe une problématique de transport très intéressante. Placé d'un bout à l'autre du pont, le parcours fait approximativement 500 mètres et comporte deux arrêts situés chacun à une extrémité du pont. D'une capacité de 6 places assises, et de deux places debout, pour satisfaire les conditions de l'expérimentation, les navettes EasyMile ont fonctionné tous les jours pendant deux mois de 14h à 20h. L'expérimentation utilisait deux navettes pour effectuer le parcours et était gratuite.

L'expérimentation parisienne était soumise aux réglementations alors en vigueur. Ainsi, la navette était limitée quant à sa vitesse qui ne devait pas excéder les 25km/h, et une personne devait être à bord pour assurer la sécurité des passagers. Les passagers devaient renseigner leurs noms et prénoms et accepter de prendre part à l'expérimentation. Ici, une condition supplémentaire s'est imposée : la navette ne circulant pas sur un espace déjà réglementé (zone piétonne, ou zone de rencontre), mais sur un couloir de bus, situé à proximité de la chaussée où circulait à vitesse normale des automobiles, il a été nécessaire d'aménager une voie de circulation spécifiquement adaptée pour la navette.

Bilan

Le pont Charles de Gaulle, c'est avant tout 17 000 piétons qui le traversent chaque jour ouvré, dont 6000 uniquement pour des trajets de gare à gare. L'expérimentation a embarquée 30 000 personnes en deux mois sur un véhicule d'une capacité de 6 places assises et de deux places debout. Bien entendu ces chiffres sont à relativiser puisqu'il s'agit d'une expérimentation située sur un territoire très dense et qui a aussi attiré beaucoup de « curieux », plus que d'usagers réels.



Fiche 2 : Expérimentation Puteaux, Esplanade de la Défense du 01/07/2017 au 31/12/2017, puis prolongé du 01/06/2018 jusqu'au 31/12/2018

Acteurs à l'origine de l'opération

- IDFM : après l'expérimentation du Pont Charles de Gaulle, IDFM a voulu continuer cette démarche exploratoire sur les sujets des VA et voulait favoriser les expérimentations sur le sol francilien. Elle a donc impulsé ce projet.

Acteurs de l'opération

- IDFM : Seul et unique acteur à financer le projet.
- Établissement public Paris La Défense, anciennement Defacto : autorise les tests sur le parvis de la Défense. Il fournit le terrain de jeu.
- Keolis : Actionnaire important de Navya, il exploite les navettes et veille au bon fonctionnement de l'opération.
- Navya : acteur retenu pour fournir les navettes.

L'opération en elle-même

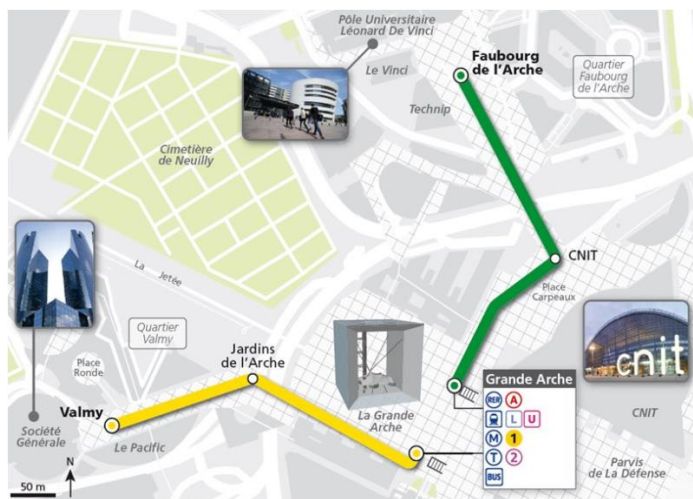
L'expérimentation menée à la Défense s'est déroulée dans un premier temps du 01/07/2017 au 31/12/2017. Il était question, lors de cette première phase, de mettre la navette à l'épreuve dans un cas d'usage nouveau où elle évoluerait dans un espace densément fréquenté. La réglementation interdisait son usage sur voie ouverte autrement qu'en instaurant un espace sanctuarisé pour son utilisation. Le choix d'un espace réservé aux piétons était donc logique, et suffisamment « *challengeant* » pour cette nouvelle technologie.

1^{ère} phase :

Lors de la première phase, l'objectif était donc d'expérimenter la technologie en elle-même, autant que le moyen de transport. Il était question dans un premier temps de placer la navette avec un opérateur aux commandes, puis, aux alentours d'octobre 2017, de n'avoir plus d'opérateur à bord (il était question qu'il suive la navette à une distance très réduite pour pouvoir intervenir en un temps suffisamment court).

L'expérimentation portait sur 3 circuits

- Grande Arche – Quartier Valmy : 3 arrêts (Grande Arche, Jardins de l'Arche, Valmy) au départ de la Grande Arche (parcours de semaine).
- Faubourg de l'Arche – Tour Technip FMC : 3 arrêts (Grande Arche, CNIT, Faubourgs de l'Arche) au départ de la place Carpeaux (parcours de semaine).



- Grande Arche – Cheminée de Moretti : 4 arrêts (Grande Arche, 4 Temps, Les Trois Arbres, Le Moretti) au départ de la Grande Arche (parcours de week-end).

Sur les parcours de semaine, la navette effectuait des rotations de 8h à 20h avec une navette toutes les 10 minutes en heures de pointe (8h-10h / 12h-14h / 16h-20h) et toutes les 20 minutes sur tout le reste de la journée.

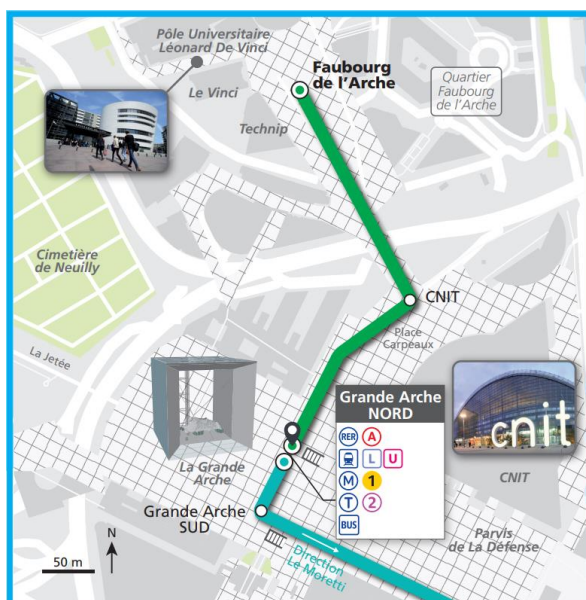
Sur le parcours du week-end, la navette effectuait des rotations de 10h à 18h sur une fréquence d'une navette toutes les 20 minutes.

2^{ème} phase :

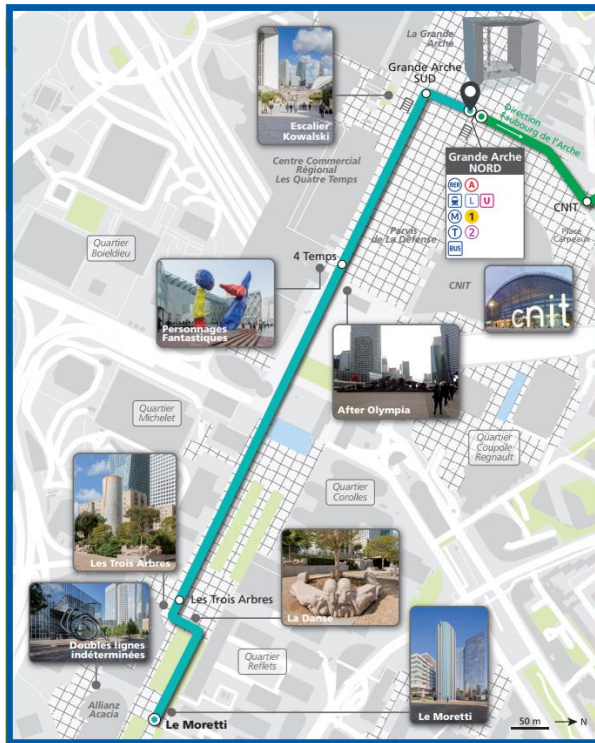
La deuxième phase s'inscrit dans la lignée de la première, reprenant les mêmes objectifs, mais en modifiant l'offre de transport : de 3 circuits, on passe à deux, et sur les deux un seul fonctionne le week-end. Des modifications ont donc été apportées au système, sans pour autant changer son fonctionnement.

L'expérimentation ne porte désormais plus que sur deux circuits :

- Grande Arche Nord – Faubourg de l'Arche (Pôle Universitaire Léonard de Vinci) – 3 arrêts (Grande Arche Nord, CNIT, Faubourgs de l'Arche). En semaine uniquement. Fréquence de 10 minutes.



- Grande Arche Nord – Le Moretti – 5 arrêts (Grande Arche Nord, Grande Arche Sud, 4 Temps, Les Trois Arbres, Le Moretti). En semaine et le week-end. Fréquence entre 15 et 20 minutes.



Résultats

Selon les chiffres communiqués par Keolis et par IDFM, lors de la première phase, 30 000 personnes sont montées à bord des navettes. Il n'est pas rare de voir des problèmes de démarrage le matin à 9h, avec parfois l'obligation de faire réinitialiser tout le système par l'opérateur à distance.

Fiche 3 : Expérimentation Vincennes entre la station Château de Vincennes (Métro 1) et le Château de Vincennes, en place depuis le 16 Novembre 2017

Acteurs de l'opération

IDFM : AOM

Ville de Paris : Gestionnaire de voirie

RATP : Exploitant

EasyMile et Navya : fournissent les véhicules

L'opération en elle-même

L'expérimentation qui prend place à Vincennes s'est déroulée en deux grandes phases.

La première phase a débuté le 16 Novembre 2017, avec un objectif de durée de 6 mois potentiellement reproductible. Pendant les premiers mois de cette expérimentation, il était question de continuer, après le pont Charles de Gaulle, de tester et d'expérimenter les fonctionnalités permises par la navette dans un environnement plus permissif. Une des fonctionnalités examinées était par exemple le *platooning*, qui permet de moduler l'offre en fonction de la demande en créant des « trains » de navettes plus ou moins importants.

Durant cette première approche, deux navettes EZ 10 d'EasyMile ont été utilisées. Elles étaient en fonctionnement de 10h à 20h du vendredi au dimanche. Elles effectuaient une boucle de 800 mètres sur une voie sanctuarisée entre la station de métro « Château de Vincennes » et l'entrée du parc. La navette roulait à une vitesse maximale de 12km/h (la voie sanctuarisée le permettait) et desservait 3 arrêts (voir *figure 1*) :

- Château de Vincennes
- Fort Neuf
- Parc Floral

La seconde phase s'inscrit dans le prolongement immédiat de la première et a vu le parcours de l'expérimentation prolongée. Ainsi la navette effectue actuellement une boucle de 2,9 km entre la station « Château de Vincennes » et l'intérieur du parc floral de Vincennes le long de l'allée des Minimes, toujours de 10h à 20h du vendredi au dimanche. Plusieurs éléments ont motivé le prolongement de l'opération.

Tout d'abord, il y a l'intégration de nouveaux éléments techniques qui visent à répondre à des questions très intéressantes sur le sujet de l'interopérabilité des navettes. Dans ce but, une nouvelle navette a été intégrée à la rotation, mais il ne s'agit pas d'une navette EasyMile, mais d'une navette Navya Arma. L'objectif étant de voir dans quelle mesure les navettes peuvent communiquer et interagir entre elles alors que les constructeurs (et donc les algorithmes de détection et de guidage) ne sont pas les mêmes.

Ensuite, il y a bien entendu l'emplacement de l'expérimentation qui se prêtait globalement bien à la prolongation du parcours, moyennant une réduction de la vitesse de la navette de 12 km/h à 7 km/h maximum. Cette réduction de la vitesse est notamment due à une décision préfectorale, elle-même motivée par le fait que la navette ne circule plus entièrement sur un espace sanctuarisé, mais bien sur un espace où elle circule aux côtés de piétons, de cyclistes, de joggeurs, d'animaux...

Cette nouvelle boucle de 2,9 km permet à la navette de desservir 2 arrêts supplémentaires (voir *figure 1*) situés dans le parc floral :

- Château de Vincennes
- Fort Neuf
- Parc Floral
- Sabotier
- Tremblay



Figure 1 Parcours de la navette de l'expérimentation de Vincennes au 6 Juillet 2018

Fiche 4 : Projet « Tornado », sur la commune de Rambouillet

Début du projet en septembre 2017 pour une durée de 3 ans (fin du projet estimée à septembre 2020)

Acteurs à l'origine de l'opération

- Renault et Rambouillet Territoire (porteurs du projet)
- Mov'eo (pôle de compétitivité centré sur le domaine de la mobilité), Aerospace Valley (pôle de compétitivité territorial centré sur l'aéronautique), ViaMéca (pôle de compétitivité centré sur le domaine mécanique). Ces pôles se sont associés et ont remporté une place lors du 23^{ème} appel à projet du Fonds Unique Interministériel en tant que pôles labélisateurs, ce qui a permis de financer le projet.

Acteurs de l'opération

Du fait de la portée du projet et de sa durée, il rassemble un grand nombre d'acteurs de différents secteurs pour étudier et tester des solutions autonomes sur le territoire de Rambouillet :

On retrouve tout d'abord des acteurs industriels :

- Groupe Renault,
- Neavia Technologies (Groupe Lacroix),
- BMCP,
- Exoskills,
- 4D-Virtualiz,
- EasyMile

Ils sont soutenus et aidés dans leurs tâches par des acteurs institutionnels et du domaine de la recherche :

- Heudiasyc (Université de Technologie de Compiègne/CNRS),
- UPPA (Université de Pau et des Pays de l'Adour),
- Institut Pascal,
- INRIA Grenoble,
- IFSTTAR
- Rambouillet Territoires (qui fournit le territoire d'expérimentation)

L'opération en elle-même

Le projet Tornado représente un cadre d'expérimentation vaste qui permet de coordonner la longue liste d'acteurs qui y prennent part. Il s'étale sur le temps long et a pour objectif de tester les cas d'usages en zone peu dense (c'est pour cette raison que Rambouillet Territoires a été sélectionné) de solutions de mobilité autonomes. Cela passe aussi bien par des solutions de voitures autonomes personnelles, que de navettes autonomes pour relier deux territoires de la Communauté d'Agglomération de Rambouillet Territoires (CART). Pour l'instant les travaux menés par le consortium d'acteur ont permis de mettre en place deux expérimentations

Résultats

non disponible

Fiche 5 : Expérimentation Rungis, Parc Icade du 22/09/2017 au 31/12/2017

Acteurs à l'origine de l'opération

Icade et la Caisse des dépôts se sont associés pour lancer et financer l'expérimentation.

Acteurs de l'opération

- ICADE (Groupe Caisse des Dépôts)
- Caisse des Dépôts (projet dans le cadre du programme « Démonstrateurs territoriaux Smart City »)
- Transdev (Groupe Caisse des Dépôts)
- EasyMile

L'opération en elle-même

L'expérimentation s'est déroulée du 22 septembre 2017 au 31 décembre 2017 sur le Parc Icade (60 ha) à Rungis. Toute la zone d'activité du promoteur est traversée par le T7. Elle a donc impliqué Icade qui a fourni le territoire d'expérimentation : un parcours d'1,25 km, principalement le long de la Rue de Monthéry sur un espace privé, mais qui reste entièrement accessible au public.

La logique de l'expérimentation était de mettre la navette en situation, au milieu du trafic de la zone sur un parcours relativement simple, qui comportait tout de même des traversées de carrefour. La navette a aussi été placée dans un contexte serviciel intéressant puisqu'elle cherchait à proposer une offre de transport sur le créneau du midi entre la partie centrale du parc et le restaurant interentreprises de la zone. L'offre proposait même une application (Transdev Autonome) qui permettait de voir en temps réel où se situait la navette et d'avoir une estimation de l'heure du prochain passage (voir figure 1). Il s'agissait de placer la navette dans un cas d'usage lié aux problématiques de la zone, mais lié aussi aux possibilités offertes par la navette.

C'est donc dans ces conditions que Transdev a construit le parcours de l'expérimentation avec 3 arrêts proposés pour des fréquences de passage de 8 minutes environ :

- Gustave Eiffel (« Terminus », situé près du restaurant interentreprises)
- Robert-Schuman
- Augusta (Second « Terminus », situé près d'une concentration de bureaux)

La navette circulait en moyenne à 15 km/h.



Figure 2 Tracé de la navette sur l'application Transdev Autonome

Résultats

non disponibles

Fiche 6 : Expérimentation Issy-les-Moulineaux, Île Saint-Germain du 06/03/2017 au 07/04/2017

Acteurs à l'origine de l'opération

Il s'agit d'une opération à l'initiative de la Société du Grand Paris dans le cadre du Grand Paris de la Mobilité.

Acteurs de l'opération

- Société du Grand Paris
- IDFM
- Transdev (groupe Caisse des Dépôts)
- EasyMile

L'opération en elle-même

L'opération qui a pris place à Issy-les-Moulineaux, sur l'Île Saint-Germain du 06 mars 2017 au 07 avril 2017 est une des premières expérimentations de ce type, avec celle du Pont Charles de Gaulle, à avoir pris place en Île-de-France. Elle visait avant tout à recueillir l'avis des usagers, et à observer l'accueil vis-à-vis de ce mode transport autonome. D'un point de vue plus technique, l'expérimentation avait pour objectif de mesurer l'intérêt d'un tel véhicule pour une desserte complémentaire à l'offre de transport lourde, notamment dans le cas des nouvelles gares du Grand Paris Express (desserte capillaire des premiers et derniers kilomètres).

La navette faisait ainsi la liaison entre le parking de l'Île Saint-Germain et la station du tramway T2 sur une boucle d'1,2 km (600 m aller). Elle desservait 3 arrêts :

- Passerelle (accès T2),
- Promenade du Parc,
- Jean Monnet (parking Relais)

Elle fonctionnait de 11h à 14h30 et de 16h à 19h, du Lundi au Vendredi à hauteur d'un passage toutes les 20 minutes (soit une vitesse commerciale d'environ 5km/h en moyenne).

Résultats de l'opération

En un mois, 2 500 passagers ont emprunté la navette.



Fiche 7 : Expérimentation Saclay, site du CEA du 06/02/2018 au 13/04/2018

Acteurs à l'origine de l'opération

- Groupe RATP : Pilotage
- BPI France : Financement
- Région IDF : Financement

Acteurs de l'opération

- Groupe RATP : Pilotage du projet, accompagnement aux études de sûreté de fonctionnement et cybersécurité, système d'aide à l'exploitation
- CEA List : Analyse de sûreté et cybersécurité
- Bureau Veritas : Travaux de modélisation et analyses de risques, publication d'un référentiel d'exigences
- EasyMile : Fournit la navette. Participation au processus de modélisation et aux analyses
- Sherpa Engineering : Modélisation du système et simulateur
- BMCP : Contribution sur les exigences et recommandations.
- BPI France et région Île-de-France, via le Fonds Unique Interministériel : Participe au financement du projet pour une enveloppe totale de 4,9 millions d'euros.

L'opération en elle-même



source : RATP

L'expérimentation de Saclay s'est déroulée du 06 février 2018 au 30 mars 2018, puis a été prolongée dans les mêmes conditions jusqu'au 13 avril 2018. Elle prend place sur le site du Commissariat à l'Énergie Atomique, qui est un site fermé de 223 ha et de 35 km de routes. Le site accueille en moyenne 8000 visiteurs par jour, dont 4200 salariés du CEA. Intégrée au projet SESNA (Supervision et sûreté de l'Exploitation d'un Service de Navettes Autonome), l'expérimentation visait à placer la navette sur un espace qui pose des enjeux clairs.

Il s'agissait d'abord d'enjeux techniques : la navette traversait des carrefours, était insérée dans la circulation au milieu d'autres véhicules motorisés ainsi que de piétons et de cyclistes, empruntait les ronds-points etc... Cette expérimentation visait à apporter des éléments de réponse quant à la cohabitation de la navette avec d'autres véhicules, et surtout, d'autres usagers de la route non robotisés sur des trajets quotidiennement empruntés.

Ensuite, il y avait un enjeu en termes d'offre de transport. Le CEA est un site étendu sur lequel ne se déplacent que les salariés et les visiteurs. Les inter-distances entre les bâtiments peuvent parfois obliger les salariés à emprunter leur véhicule pour se rendre d'un endroit à un autre sur le site. La navette avait donc pour vocation d'explorer la réponse qu'elle pouvait représenter face à ce type de problématique de transport interne à de nombreux sites de ce type (hôpitaux, sites industriels, sites logistiques...).

La navette desservait alors 7 arrêts sur une boucle de 2,6 km. Il était question d'une navette toutes les 15 minutes et d'un service étalé de 10h à 16h toute la semaine. La navette fonctionnait à une vitesse comprise entre 12 km/h et 15 km/h.



Source : Les Echos

Résultats

non disponibles

Fiche 8 : Navettes VEDECOM autonomes sur le plateau de Satory depuis le 10 décembre 2018

Acteurs à l'origine de l'opération

Projet lancé initialement par l'Institut VEDECOM, la ville de Versailles et l'Etablissement Public d'Aménagement de Paris-Saclay (EPAPS). L'expérimentation concerne un tronçon routier localisé sur le plateau de Satory (commune de Versailles). Le but initial du projet visait à remplir plusieurs objectifs complémentaires :

- pérenniser la technologie de délégation de conduite => en faire un levier fiable du transport public et du développement urbain
- étoffer via les navettes une offre de TC insuffisamment maillée sur le plateau de Satory
- bâtir à terme une nouvelle liaison TC entre Versailles, Saint-Cyr-l'Ecole et Saint-Quentin-en-Yvelines

Le projet dispose d'un budget initial de 3 millions d'euros.

Acteurs de l'opération

- Institut VEDECOM TECH : met en œuvre l'expérimentation et fournit les équipes techniques et de recherche (via VEDECOM Tech)
- Ville de Versailles : allié proactif du projet, qui facilite les démarches et prises de contact auprès des différentes administrations de contrôle (ministère de l'intérieur, gestionnaire de voirie, ...), milite ouvertement en faveur du projet, insiste pour un élargissement de la ligne vers Versailles (création d'une zone de test d'environ 700 m² aux alentours du château)
- EPA Paris-Saclay : assiste VEDECOM dans la mise en œuvre du projet (adaptation de la signalisation routière, aménagement des voies, ...)
- Transdev : opère l'exploitation des navettes
- Programme d'Investissement Ville de demain / Versailles Grand Parc / Région IDF / Département des Yvelines : subventionnent et soutiennent l'expérimentation (300 000 euros pour la région)
- EasyMile : fournit les deux navettes autonomes EZ10
- Salariés des entreprises desservies par les navettes : assurent un retour d'expérience et fournissent des propositions d'amélioration de l'offre

L'opération en elle-même

D'une longueur de 1,5 kilomètre, la ligne exploitée par les navettes de VEDECOM comprend cinq stations. Deux navettes assurent le service depuis le 10 décembre 2018. Elles sont disponibles en heure de pointe (matin et soir) et durant la pause de mi-journée. Les navettes sont disponibles du lundi au vendredi. Chacune dispose d'une capacité de 12 voyageurs. L'expérimentation s'attarde sur une durée de 18 mois. Elle est motivée par deux lignes directrices_:

- Offrir un terrain de test pour les technologies VA : VEDECOM TECH assume et défend une position tranchée concernant l'avenir du VA. Selon la fondation, son domaine de pertinence s'articule avant tout du côté des transports publics. L'institut aspire à terme au remplacement partiel des bus standards opérants sur des dessertes locales. Des navettes à conduite déléguée pourraient ainsi se substituer aux véhicules classiques en heures creuses. La candidature à plusieurs appels d'offre européens s'inscrit directement dans cette ambition opérationnelle. Pour atteindre à terme l'objectif, l'expérimentation de Satory met l'accent sur deux volets : parfaire la sécurisation des véhicules et renforcer leur vitesse commerciale. Plusieurs technologies sont mobilisées à cet effet. D'une part la pose d'infrastructures dites connectées (systèmes de priorité, feux communicants, ...). Celles-ci facilitent la supervision des véhicules. D'autre part l'intégration d'éléments de perception étendue⁸ sur les VA. Ces dispositifs renseignent les navettes sur leur environnement routier (état du trafic en amont, arrivée de voitures/piétons sur une rue adjacente), facilitant une conduite plus fluide. Ces éléments sont assortis d'une application mobile (« BlushMeUp »), destinée aux usagers de la ligne. L'application permet la géolocalisation en temps réel des navettes, leur appel à l'arrêt désiré et

⁸ Appellation interne à VEDECOM pour parler de la communication V2X, et en l'occurrence ici, V2I.

l'obtention du temps de parcours en résultant. VEDECOM TECH espère pouvoir à terme fournir aux AOM des technologies interopérables qui feront office de standards et confèreraient aux pouvoirs publics indépendance et souplesse vis-à-vis des différents exploitants potentiels.

- Anticiper et accompagner le développement du plateau de Satory : l'expérimentation de VEDECOM TECH fait actuellement office de réseau de transport privé, destinés aux salariés et visiteurs (mineurs interdits) des entreprises locales (page précédente). Le service proposé demeure le premier jalon d'une ligne (publique celle-ci) plus vaste connectant Saint-Cyr-l'Ecole (voire Saint-Quentin) à Versailles via Satory. Dans l'attente de cette extension, l'expérimentation demeure un service de transport du dernier kilomètre. Ce service pallie l'absence - non résolue à ce jour - de connexion sur Satory entre les arrêts des deux réseaux concurrents Kéolis et Sqybus. Pour les usagers des lignes Sqybus, l'accès aux entreprises de Satory Ouest demeure plus lisible avec le nouveau circuit. Les navettes préparent de même l'inauguration de plusieurs projets urbains conséquents, liés à la ZAC de Satory Ouest (nouveau parking de dissuasion, construction de bureaux et de logements, conversion de sites militaires). Les navettes s'inscrivent enfin dans l'optique de fournir un service de compléation pour les futurs équipements de transport lourds desservant Satory (tramway 13, métro 18, interconnexion RER C et trains N/U)

Résultats

VEDECOM TECH affirme fin janvier 2019 (soit 1 mois et demi après le lancement de la navette) avoir transporté au moins 500 personnes (salariés et visiteurs des entreprises desservies). Les opérateurs TRANSDEV confessent néanmoins ne jamais avoir vu les 12 places des navettes occupées simultanément. Le groupe a pour objectif une vitesse commerciale de 30 km/h. Initialement fixée à 15 km/h, elle connaîtra après moins de deux mois d'exploitation (le 25/01) une première augmentation pour atteindre les 18 km/h. Les équipes de VEDECOM TECH ont par ailleurs réussi à faire circuler les navettes sans problèmes par temps de neige. Mais on peut être quelque peu déçu par le choix de VEDECOM du faible risque choisi pour le mouvement de virage (le circuit est en L) qui s'effectue en mode manuel.

Fiche 9 : Expérimentation de Rouen « Rouen Normandy Autonomous Lab »

Projet lancé en octobre 2017 – Ouverture au public en octobre 2018 pour une durée de deux ans

Acteurs à l'origine de l'opération

- Groupe Caisse des Dépôts (Banque des Territoires) au travers de son programme de démonstrateurs territoriaux « Smart City », lancé en novembre 2016 et qui vise à accompagner le déploiement des innovations dans les territoires.
- Transdev, filiale du groupe Caisse des Dépôts

Acteurs de l'opération

- Région Normandie
- Métropole de Rouen
- Groupe Caisse des Dépôts (Banque des Territoires)
- Transdev, aussi appuyé par :
 - o Delphi
 - o Esigelec
 - o Et des acteurs locaux (normands) du secteur de la technologie
- Groupe Renault
- Groupe Matmut

L'opération en elle-même

L'opération a commencé en octobre 2017 où elle avait été pensée comme un moyen de tester des voitures autonomes à la demande sur un territoire où des solutions de mobilité classique seraient trop coûteuses à mettre en place dans des conditions où la demande reste cantonnée à certaines heures de la journée. C'est ainsi que la Caisse des Dépôts s'est associée à différents acteurs privés de la mobilité, ainsi qu'aux différents acteurs locaux pour mener à bien cette expérimentation. Du côté des véhicules, des voitures Renault Zoé électriques et autonomes (niveau 4 pour cette expérimentation) et la navette Lohr (niveau 1 ici) ont été choisies.

L'objectif est donc de mettre en place un service autonome **à la demande** : l'utilisateur commande son véhicule via une application développée par Transdev. Il y renseigne l'arrêt à laquelle le véhicule doit venir le chercher et l'arrêt auquel il veut être déposé et n'a plus qu'à attendre que le véhicule vienne le chercher. L'application permet aussi un suivi en temps réel des véhicules de l'expérimentation pour savoir si un véhicule est disponible dans la zone. « La métropole de Rouen a prévu trois circuits, qui mis bout à bout totalisent 10 km de parcours-test. Ce premier test touche une zone d'activité mal desservie. L'an prochain, c'est un minibus autonome de quinze places qui sera mis en service dans une zone commerciale puis dans une zone pavillonnaire. Des expérimentations différentes pour vérifier la pertinence de ces nouveaux usages. Ce test vise autant à concevoir les mobilités de demain, qu'à assurer que techniquement, des véhicules autonomes peuvent rouler en toute sécurité dans nos villes. » (Source France inter)

Plusieurs points d'intérêts vont être desservis durant ces différentes phases de test :

- Centre commercial
- Campus (université, grandes écoles, laboratoires de recherche...)
- Parc des expositions de Rouen

En tout 17 points d'arrêts seront desservis au travers de cette expérimentation. Pour le moment l'expérimentation ne dessert qu'un seul des trois parcours prévus et uniquement avec les véhicules Renault,

mais il est prévu d'ajouter aussitôt que possible les deux autres parcours ainsi que la navette du fabricant Lohr.

Le service proposé par l'expérimentation est gratuit et s'étend du lundi au jeudi :

- Du lundi au mercredi : de 11h à 14h, puis de 15h à 17h
- Le jeudi : de 8h à 20h sans interruption

Pour pouvoir mener à bien cette expérimentation il était vital que les véhicules communiquent non seulement entre eux, avec le serveur en charge de prendre les courses mais aussi et surtout avec l'infrastructure. Ce dernier point était obligatoire notamment pour traverser des points de difficulté : ronds-points, feux rouges, carrefours... etc. Les véhicules sont donc supervisés à la fois depuis le véhicule (un conducteur est toujours présent pour pouvoir reprendre la main en cas de besoin) **mais aussi à distance**, au poste de commandement central des transports en commun de Rouen, notamment en ce qui concerne les questions liées au franchissement de ces points routiers « difficiles ».

L'expérimentation dans son ensemble représente un investissement pluripartite de 11 millions d'euros : répartis entre les acteurs privés du projet (60%) et les acteurs publics (40%) (Voir ci-dessous).

UN FINANCEMENT PUBLIC/PRIVÉ



Fiche 10 : Expérimentation de Verdun du 29/05/2018 au 11/08/2018

Acteurs à l'origine de l'opération

- Agglomération du Grand Verdun
- Ville de Verdun

Acteurs de l'opération

- Agglomération du Grand Verdun
- Ville de Verdun
- Transdev via le réseau de transport local - Transport intercommunal Verdunois (TIVO)

L'opération en elle-même

L'expérimentation, **naV.e**, est menée conjointement par la Ville et par l'agglomération du Grand Verdun.

L'expérimentation prend place dans le centre-ville de Verdun. Son itinéraire a été mis en place pour desservir les rues commerçantes, les restaurants, mais aussi les arrêts de transport du réseau déjà en place, ainsi que les quais, lieu touristique local fortement fréquenté durant la période où la navette a été mise en place. Son parcours dessert en tout 5 arrêts (Office de Tourisme, Porte Chaussée, Saint Paul, La Victoire, République) sur 1,4 km avec une fréquence de passage de 12 minutes. Le service était gratuit et ouvert à tous.



L'expérimentation est menée avec une navette EasyMile EZ10 (11 places) qui est autorisée à circuler dans des conditions réelles de circulation, en partageant la route avec les automobilistes, le réseau de transport en commun TIV, les cyclistes et les piétons. La navette circule à une vitesse de 14 km/h maximum.

Résultats de l'opération

3 528 passagers transportés pour 1 678 km parcourus

Fiche 11 : Projet SCOOP : préparer l'arrivée du VA via une infrastructure routière connectée

Acteurs à l'origine de l'opération

Le projet SCOOP (pour Systèmes COOPératifs) a été lancé en 2014 à l'initiative du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (MTES). SCOOP se décline comme le premier jalon d'une optimisation à grande échelle du réseau routier national. Le MTES poursuit plusieurs objectifs à travers SCOOP :

- Renforcer la sécurité routière et les conditions d'intervention des agents d'exploitation. Il s'agit de doter les véhicules, via les infrastructures connectées, d'une connaissance globale des conditions de circulation. Cette perception étendue permet aux conducteurs d'anticiper la présence de zones de travaux, d'accident ou d'embouteillage et d'adapter leur prudence en conséquence.
- Lisser la congestion et la pollution liée au trafic. Du fait de la perception étendue des véhicules, les automobilistes sont informés en amont d'itinéraires alternatifs non congestionnés. Ce dispositif augure un trafic plus fluide et de fait plus propre.
- Préparer l'inauguration de modèles d'exploitation routiers nouveaux, basés sur l'interaction véhicule-infrastructure (V2I) et véhicule-véhicule (V2V), avec pour finalité une baisse globale des coûts de fonctionnement.
- Anticiper la circulation prochaine des VA sur les réseaux, en implantant des infrastructures connectées standardisées, aptes à servir de support au VA et à ses systèmes embarqués.

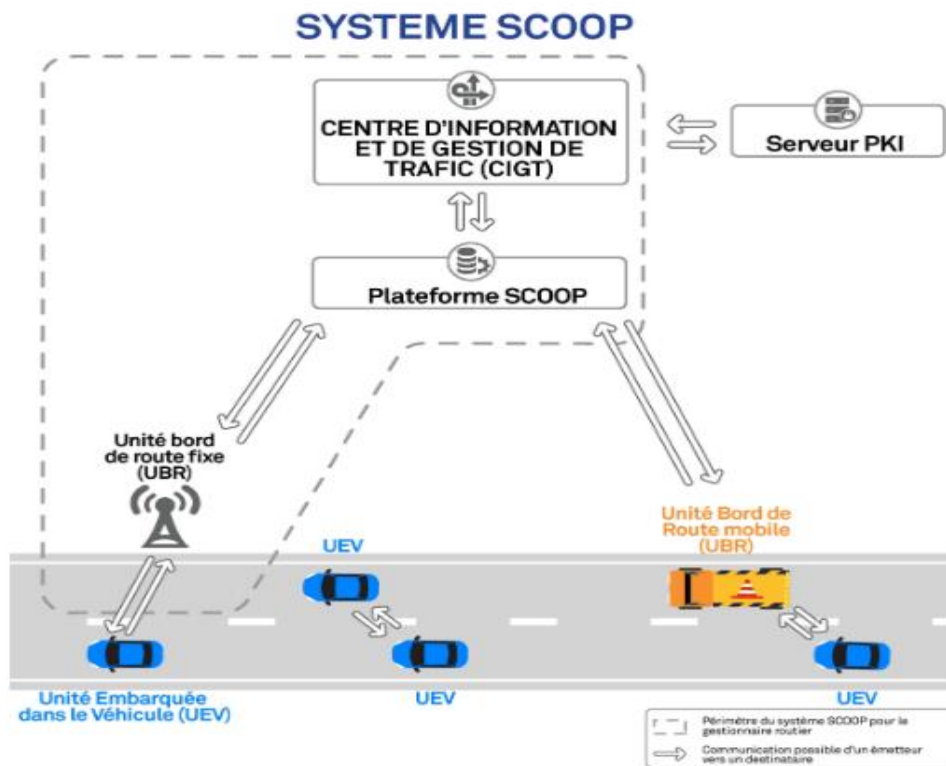
Acteurs de l'opération

- Ministère de la Transition Economique et Solidaire : initiateur, financeur et coordinateur du projet.
- Commission européenne : cofinance le projet à hauteur de 50%, et attend en échange un retour d'expérience sur les résultats de SCOOP -> perspectives d'implantation des infrastructures connectées à d'autres pays européens.
- Renault et PSA : fournissent respectivement 1 000 modèles Mégane et 2 000 modèles DS4 et C4 pour nourrir le projet, équipent les véhicules test d'Unité Embarquée dans le Véhicule (UEV = antenne Wifi, boîtier connecté, logiciel/interface de génération d'alertes, capteurs, ...), analysent et exploitent les résultats.
- Direction des routes d'IDF (DiRIF), Direction interdépartementale des routes Atlantique (DIRA), Direction interdépartementale des routes Ouest, SANEF (gestionnaires d'infrastructures) : mettent à disposition du projet près de 2.000 km de routes, installent les Unités de Bord de Route (UBR = borne Wifi statique à fréquence dédiée) sur les tronçons concernés, équipent plusieurs véhicules d'exploitation d'UEV.
- CD des Côtes d'Armor, du Finistère, d'Ille-et-Vilaine, de l'Isère, Conseil Régional de Bretagne, Saint-Brieuc Agglomération : fournissent un support institutionnel.
- Orange (télécoms) : assistent les constructeurs automobiles dans la recherche de liens alternatifs entre les voitures et les infrastructures connectés (lien 4G, lien hybride entre la technologie cellulaire 4G et le canal ITS G5, ...).
- CEREMA, IFSTTAR, GIE Renault-PSA, Université de Reims Champagne-Ardenne, Institut Mines-Telecom ParisTech (partenaires recherche/universitaires) : fournissent un support scientifique et académique.
- Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information (ANSSI) et Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL), IDnomic : apportent conseil et expertise sur la cyber-sécurité, protection des données et respect de la vie privée, conçoit (IDnomic) le serveur PKI de sécurisation des échanges entre unités.
- Interlocuteurs étrangers : Spanish Ministry of Interior (DGT), Automotive Technology Centre of Galicia (CTAG), Portuguese Institute for Mobility and Transport (IMT), Estradas de Portugal, Brisa (concessionnaire autoroutier portugais), Auto-Estradas Norde Litoral (AENL), ASFINAG (gestionnaire public des autoroutes autrichiennes) : organisent des tests croisés en Autriche, Espagne et Portugal.

L'opération en elle-même

L'implantation de l'infrastructure connectée SCOOP sur le réseau routier national obéit à une architecture complexe et intégrée. Le projet ambitionne un premier aménagement totalisant 2 000 km de voies, réparties sur cinq sites pilotes de déploiement. Les cinq zones retenues offrent une ample diversité de configurations routières, allant de la desserte locale à l'autoroute urbaine. Les 5 sites pilotes se déclinent comme suit :

- L'Île-de-France : routes structurantes (A86, Francilienne, Routes Nationales)
- Corridor Est : A4 entre Paris et Strasbourg
- Ouest (Bretagne) : routes nationales, départementales, péri-urbaines et interurbaines
- Bordeaux : rocade bordelaise et quelques pénétrantes associées
- Isère : routes secondaires de montagne dans l'Hinterland grenoblois



Sont installées sur ces cinq zones plusieurs centaines d'unités de bord de route (UBR). Positionnées le long de la route, elles assurent le relais entre les instances de contrôle (Systèmes d'Aides à la Gestion du Trafic des gestionnaires d'infrastructures, plateformes SCOOP de centralisation des informations) et la flotte de véhicules test. Au nombre de 3 000, ces derniers sont tous équipés (aux frais des constructeurs) d'unités embarquées (UEV). Ces dernières comprennent capteurs divers et une interface homme-machine (IHM) pour la transmission des messages d'alerte. Les véhicules sont aux mains de clients volontaires, ayant souscrits de plein gré à l'optimisation de leur automobile. Les trajets effectués par les voitures correspondent ainsi aux chaînes d'activité quotidiennes de ces usagers. Lorsqu'un véhicule rencontre un aléa de circulation (bouchon, zone de travaux, accident), ses capteurs (ou son chauffeur par manipulation manuelle) diffusent l'information aux UBR, qui transmettent à leur tour le renseignement aux plateformes SCOOP. Celles-ci disposent ainsi d'une base de données en temps réel du trafic, apte à renseigner en retour l'ensemble des automobilistes sur le terrain. Des véhicules connectés affrétés par les gestionnaires d'infrastructure (UBR mobiles) complètent le dispositif et autorisent un captage plus souple et rapide des éléments repérés par les voitures tests. Le serveur PKI (Public Key Infrastructure) assure la sécurisation des échanges entre l'ensemble des stations ITS en présence (UEV, UBR, UBR mobiles, plateformes SCOOP). Outre cette communication permanente voitures-infrastructures (V2I), les véhicules tests possèdent la possibilité d'échanger directement

entres eux (V2V). En raison de la faible densité de véhicules en circulation (3 000 pour théoriquement l'ensemble du réseau routier national), il demeure toutefois peu probable que deux véhicules test se succèdent et mutualisent leurs données.

Résultats

Peu d'éléments communiqués par les constructeurs. En revanche prolongation du projet SCOOP par le projet C-Roads France, centré plus davantage sur les besoins de l'utilisateur (stationnement disponible, intermodalité, continuité des services, ...). Ce nouveau volet inclus en outre l'extension des sites pilotes, avec des périmètres routiers plus amples et de nouveaux partenaires d'exploitation (APRR, Vinci).

Fiche 12 : Initiative Road 5.0 de la Région d'Île-de-France

Acteurs de l'opération

- Région d'Île-de-France : dans le cadre du plan routes anti-bouchon.
- Etat : une demande de subvention de 50% dans le cadre de l'AAP EVRA lancé par l'ADEME en juin 2018.

Le projet en lui-même

« Paris Region Road 5.0 Initiative » vise à développer un certain nombre de cas d'usages dans le contexte de l'Île-de-France préalables au déploiement massif des VA :

- Liaisons entre les principales plates-formes aéroportuaires d'Île-de-France (Orly, Roissy, le Bourget) et le cœur dense de l'agglomération,
- Desserte des principaux pôles d'emplois (la Défense, Plaine Commune, Saint Quentin en Yvelines ...),
- Desserte des grands sites touristiques (Marne la Vallée, Versailles, Paris),
- Desserte des futures principales implantations olympiques.

Le développement de véhicules autonomes est particulièrement prometteur pour apporter de nouvelles réponses de mobilités au territoire francilien en forte croissance et pour lequel le système de transport actuel atteint ses limites tant que les investissements de développement et de remise à niveau ne sont pas réalisés, ce qui prendra plus d'une décennie. Cela est particulièrement vrai pour les besoins de mobilités de certains territoires, notamment excentrés, ou pour des déplacements mal adressés par les réponses classiques de transports.

Afin de faciliter le développement et les expérimentations de ces véhicules, il est proposé de sélectionner des voies qui seraient remises à niveau en termes d'infrastructure physique et numérique :

- Mise à niveau de l'état du patrimoine (chaussées, ouvrages d'art, équipements dont la signalisation horizontale et verticale),
- Mesures de gestion de trafic, pouvant inclure à la fois des voies aménagées utilisées par les véhicules autonomes se mêlant au trafic et des voies réservées au transport en commun qui seraient à terme ouvertes aux véhicules autonomes pour permettre de développer les pratiques de covoiturage,
- Déploiement de connectivité (unités bord de route, unités embarquées dans les véhicules du gestionnaire routier, systèmes centraux) pour faciliter le traitement des situations critiques identifiées dans l'annexe 1 de l'appel à projets, en complétant la couverture apportée par le projet SCOOP@F,
- Construction d'une cartographie numérique haute définition.

Sur cette base, en relation avec les consortiums désirant expérimenter, l'infrastructure physique et numérique pourra être enrichie avec par exemple l'expérimentation de signalisation innovante.

Postes de dépense du projet Paris Region Road 5.0 Initiative

Postes	Montants TTC	Parts
Chaussées	7 220 000 €	66%
Ouvrages d'art	1 956 000 €	18%
Equipements	1 790 000 €	16%
Total	10 966 000 €	100%

Fiche 13 : Plan national d'expérimentations

Le 24 avril 2019, la Ministre des transports a présenté un plan national d'expérimentations dans le cadre de l'appel à projet « Expérimentation du véhicule routier autonome » (EVRA).

Contexte général

16 projets sont lauréats de l'AAP EVRA. L'opération entend dynamiser l'expérimentation des technologies liées au véhicule autonome, et ce dans les contextes territoriaux les plus divers possibles. La réalisation des expérimentations échoit à deux consortiums distincts, regroupant la totalité des projets. Ces synergies regroupent des constructeurs et équipementiers automobiles (PSA, Renault, Valéo), des opérateurs transports (RATP, Transdev, Keolis), des startups (Navya, EasyMile, TwinsWheel, ...), des institutions académiques et des collectivités locales. Elles visent à faciliter la communication, la collaboration et l'échange de données entre les parties prenantes. Le premier consortium répond de l'appellation Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome (SAM), avec l'entité Plate-forme automobile (PFA) en tête de file. Le second consortium - Expérimentations de Navette Autonomes (ENA) - est mené par l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR). Le SAM a la responsabilité de 13 expérimentations, l'ENA en gère trois. L'ensemble des seize projets totalise 200 millions euros d'investissement, dont 42 pris en charge par l'Etat.

Expérimentations conduites dans le cadre du projet SAM

Trois expérimentations sont à l'initiative de la RATP :

1. Ouverture d'un circuit de 14 km à Paris Rive Gauche par la RATP. Le matériel dédié comprend deux navettes autonomes et quatre véhicules particuliers. La Régie entend organiser le service sous la forme d'une desserte fine de quartier, mobilisable à la demande, et permettant de rendre davantage accessible l'hôpital de la Pitié Salpêtrière.
2. Extension du circuit du bois de Vincennes sur 5 kilomètres supplémentaires. Le nouvel itinéraire inclus la desserte du Parc floral et de la mairie de Vincennes. La RATP souhaite examiner le potentiel de navettes dans la desserte d'espaces boisés. Le réajustement de l'offre implique l'exploitation de 3 navettes EasyMile et 2 navettes Navya sur le circuit.
3. Ouverture d'une ligne de raccordement au RER B sur la gare terminus de Saint-Rémy-Lès-Chevreuse. Le circuit prévu vise à relier la gare avec un vaste parking distant de 4 kilomètres. Il vise à faciliter les besoins de rabattement des habitants vers l'infrastructure ferroviaire. Trois véhicules EasyMile sont affrétés à ce service.

Deux expérimentations sont menées conjointement par Renault et Transdev :

4. Création d'une offre multiple entre le pôle ferroviaire de Massy (RER + lignes SNCF) et le plateau de Saclay. Les circuits projetés se déclinent à travers le triptyque suivant. Le premier volet se décline à travers un service nocturne régulier opérant sur le plateau. Le second volet implique une navette mobilisable sur demande par l'utilisateur. Le troisième vise la mise en place d'un service de type VTC, avec comme flotte dédiée 4 véhicules (à délégation de conduite) affrétés par Renault. Les trois volets du projet entendent répondre au besoin de mobilité suscité par les horaires décalés. Ces derniers sont le quotidien des étudiants/travailleurs de Saclay.
5. Approfondissement du projet commun sur la ville de Rouen. Ceci implique le renforcement d'une ligne de bus locale Transdev par un parc de 6 navettes autonomes. Les parties prenantes envisagent en outre la substitution de bus standards par des navettes autonomes sur une ligne régulière du réseau. Ces dispositions sont complétées par un service de mobilité à la demande, assuré par quatre voitures fournies par Renault.
6. Transdev souhaite par ailleurs également expérimenter une navette autonome EasyMile sur la commune de Vichy. Le véhicule circule sur un circuit de 1 kilomètre environ, non accessible à la circulation automobile. La navette partage toutefois l'espace public avec piétons et cyclistes.

Deux expérimentations impliquent le transporteur français Keolis :

7. Ouverture d'un circuit urbain dans la ville de Clermont-Ferrand, sur un tracé de 3 kilomètres entre la place de Jaude et la place Delille. Keolis compte exploiter la ligne au moyen de trois navettes EasyMile.

8. Extension de l'itinéraire déjà exploité sur le campus de Beaulieu (Université de Rennes 1). Un parc roulant de 4 navettes (dont deux Navya) assure la desserte d'un circuit de 2,6 kilomètres, étendu ultérieurement à six. L'offre s'articule comme complémentaire avec le réseau TC rennais STAR.

Deux expérimentations concernent le constructeur PSA :

9. Requalification d'une ancienne voie ferroviaire de banlieue désaffectée près de Carquefou. L'objectif consiste à faire circuler deux navettes sur l'ancien itinéraire ferroviaire, adapté aux circulations routières après intervention de la SNCF. La ligne dépasse les 7 kilomètres, allant de Carquefou à Nantes. Elle prévoit une fréquentation de 300 passagers par heure en période de pointe.

10. Dépasser les 50 000 kilomètres de linéaires parcours en Île-de-France, sur des routes présentant une chaussée double. L'objectif demeure de tester et valider la technologie existante en conditions réelles. Renault est partenaire de cette expérimentation.

11. L'Oncopole (Institut Universitaire du Cancer de Toulouse) va construire un lien entre son parking et le cœur du campus au moyen de navettes EasyMile. Ces véhicules autonomes viennent remplacer les navettes actuelles, pourvus d'un chauffeur. Près de 350 usagers quotidiens sont concernés par ce changement de paradigme.

12. L'équipementier Valeo envisage de commercialiser en 2020 un système de stationnement intelligent et autonome. L'entreprise va implanter dans un parking souterrain d'Issy-les-Moulineaux un dispositif de stationnement autonome. L'utilisateur l'actionne à l'entrée du parking via son smartphone, et le véhicule se gare ensuite de manière autonome grâce à un système de perception étendue (Valeo Park4U) relié à de l'infrastructure connectée.

13. La Métropole de Montpellier a été sélectionnée pour participer à la seule expérimentation logistique de l'APP EVRA. Elle vise à mettre en service deux droïdes de livraison. Conçus et dimensionnés par la startup lyonnaise TwinsWheel, les robots opéreront au sein du quartier d'Antigone et du centre historique. Cette opération s'inscrit dans le cadre de la démarche européenne des ZFE (Zones à Faibles Emissions). En ce qui concerne Montpellier, deux cas d'usage sont prévus pour les robots autonomes :

- Distribution de colis issus des services postaux à leurs destinataires
- Livraison de denrées alimentaires pour le compte du géant de la logistique STEF.

Expérimentations conduites dans le cadre de l'ENA

Les trois expérimentations restantes sont pilotées par des collectivités locales :

14. Ouverture d'un circuit d'un kilomètre au sein de la communauté d'agglomération de Sophia Antipolis. Deux navettes autonomes sont prévues pour assurer le service.

15. Renforcement de la ligne 3 du tramway de Nantes, via une nouvelle ligne de plus de 2 kilomètres. Le circuit est intégralement en site propre. Nantes Métropole estime à 3 ou 4 navettes autonomes le parc nécessaire à l'exploitation. Le circuit sera au départ du terminus du tramway.

16. Création au sein de la Communauté de communes du Cœur de Brenne (région Centre-Val-de-Loire) d'une ligne régulière de 22 kilomètres. Le service se destine exclusivement aux personnes âgées ou non motorisées. Deux navettes autonomes sont dédiées à l'exploitation du circuit. Elles opèrent leurs rotations toute la journée durant.

Fiche 14 : Projet Drive Me - Suède

Des voitures semi-autonomes pour préparer l'arrivée de leur pendants autonomes , Göteborg

Acteurs à l'origine de l'opération

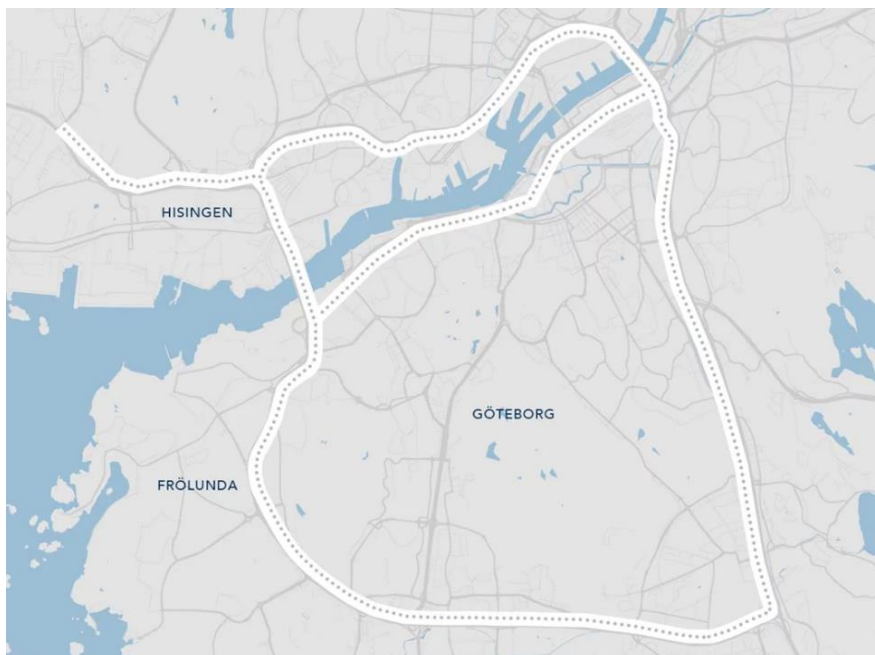
Volvo Cars : le constructeur suédois dispose d'une expérience reconnue en mobilité intelligente (partenariat avec Uber, automatisation progressive de fonctionnalités de conduite, ...). Fort de ce capital technique, Volvo souhaite commercialiser sa gamme de véhicules autonomes (de niveau 4 sur 5) dès 2021. Le projet Drive Me s'inscrit dans la réalisation de cet objectif. Il représente une période de transition entre les phases antérieures d'élaboration des VA et leur vente définitive aux particuliers.

Acteurs de l'opération

- Volvo Cars : pilote le projet, fourni les véhicules XC90 et finance Drive Me
- L'Administration Suédoise des Transport et l'Agence Suédoise des Transports : pourvoient et entérinent le cadre juridique du projet
- Strategic Vehicle Research and Innovation (FFI) : fond commun du gouvernement suédois et de l'industrie automobile nationale, cofinance le projet avec Volvo
- La Ville de Göteborg : met à disposition du projet des infrastructures routières
- Lindholmen Science Park et Chalmers University of Technology: partenaires académiques, assistent Volvo dans l'exploitation des données statistiques du projet, dans le choix des familles tests
- Autoliv : entreprise suédoise, apporte les équipements de sécurité passive et active

L'opération en elle-même

Le projet Drive Me initié par Volvo Cars exploite en conditions réelles une flotte de véhicules autonomes de niveau 2. Ce seuil implique une automatisation partielle (vitesse et direction, conduite en embouteillage) sous l'active et constante surveillance du conducteur. Le constructeur suédois met à disposition des particuliers de Göteborg (550 000 habitants) une flotte de voitures expérimentales, toutes de même modèle (XC90 hybride). Les automobiles disposent d'une livrée particulière, permettant de les reconnaître aisément à travers la circulation. Drive Me n'inclut pas toutefois la totalité du réseau routier urbain, ni l'ensemble de la population locale. Seuls quelques tronçons ciblés sont initialement desservis par les XC90 (cf photo). La participation citoyenne au projet s'accroît elle aussi de manière progressive. Deux familles collaborent initialement à l'expérimentation en 2017. Trois autres rejoignent l'aventure dans le courant 2018. Ce sont enfin 100 participants qui sont appelés à intégrer le programme dans les quatre années suivant 2018. Des techniciens et ingénieurs Volvo sont présents à bord des véhicules pour l'instruction et le suivi initial de toute nouvelle fonctionnalité. Ces phases de conduite « accompagnée » initient les utilisateurs du programme - futurs clients potentiels - au maniement du véhicule. Lorsque celui-ci est maîtrisé par le conducteur, ce dernier devient seul maître à bord. Le choix des routes desservies par les XC90 est corrélé avec les migrations quotidiennes des familles retenues. Leur expérience à l'intérieur des voitures donne au constructeur de précieux enseignements (ressenti client, confort, ...) dans l'optique de la future commercialisation. Les tests en conditions réelles menés sur une centaine de véhicule garantissent à l'entreprise d'abondants retours sur expérience technique. Ceux-ci préparent la réalisation du véhicule pleinement autonome ambitionné pour l'année 2021.



Ci-contre : itinéraires des véhicules du projet dans Göteborg. Il s'agit souvent des tronçons les plus empruntés par les habitants, particulièrement pour la mobilité domicile-travail.



Un CX-90 hybride mobilisé pour le projet Drive Me.

Résultats

Non communiqués à ce stade du projet.

Fiche 15 : Projet Sohjoa - Finlande

des navettes autonomes sur une desserte saisonnière, Helsinki

Acteurs à l'origine de l'opération

Projet lancé par plusieurs organismes d'enseignement supérieur finlandais : volonté d'accompagner et d'accélérer le développement des mobilités alternatives et intelligentes en Finlande, avec à terme une exploitation en bonne et due forme sur le terrain.

Initiateurs du projet :

- Metropolia University of Applied Sciences (coordinateur principal)
- Tampere University of Technology
- Aalto University

Acteurs de l'opération

- Acteurs universitaires (cités ci-avant) : coordination et conduite du projet
- Ville d'Helsinki : soutien et financement à partir du fond d'innovation de la ville, via notamment l'entreprise publique Forum Virium Helsinki
- Union Européenne : aides dans le cadre du projet européen « my SMART Life »
- MML, agence de cartographie nationale : assistance technique
- EasyMile et Navya: fournissent les navettes autonomes
- Agence Finlandaise de Sécurité des Transports (Trafi) : assistance technique sur le volet sécuritaire
- Entreprises de la mobilité : invités à s'associer au projet

L'opération en elle-même

D'un montant de 1,2 millions d'euros, le projet Sohjoa va tester durant 3 ans des navettes autonomes sur une offre de transport saisonnière à Helsinki. Cette expérimentation vise à quantifier l'apport potentiel des VA dans le domaine de la mobilité intelligente, thème dans lequel la Finlande fait figure de pionnier. Le projet vise par ailleurs à valider la pertinence des navettes autonomes sur des itinéraires insuffisamment fréquentés pour une desserte de bus classique. A travers cette possibilité d'exploitation en conditions réelles (trafic urbain, météo, observation de l'offre et de la demande), les concepteurs du projet entendent enfin donner aux acteurs de la mobilité (opérateurs, municipalités, concepteurs d'applications, ...) un terrain d'essai pour de nouveaux usages du transport (VA, MaaS, ...).

1^{ère} phase (mi-mai 2018 – mi-novembre 2018)

Pour sa première phase, le projet Sohjoa comprend un unique itinéraire de test. La ligne retenue - notée 94R (R pour Robot-bus) - comprend deux stations distantes de 400 mètres. Elle dessert plusieurs structures prisées des habitants (restaurants, parc sportif, ...). La 94R s'inscrit dans une démarche de service dit de dernier kilomètre. Elle complète à cet effet l'offre de bus régulière présente sur place (ligne 94B). Les véhicules EZ10/Navya circulent sur la voirie routière, dans des conditions de circulation réelles. Ils assurent entre 3 à 6 passages par heure. La trajectoire et les interactions avec les autres usagers sont « enseignées » au préalable au bolide, qui les applique ensuite en autonomie durant le service. Un opérateur se tient à tout instant dans la navette, pour reprendre le contrôle en cas de situation critique et/ou inopinée (voiture garée en double file, chauffards, ...). Les tests veillent enfin à confronter le service proposé avec les rigueurs de la météo (vent, pluie, neiges, ...), très prononcées en Finlande. La reprise du service est prévue au printemps 2019, pour une deuxième phase de test. Aucun détail n'a à ce jour été divulgué sur cette dernière.



Résultats

Pas de résultats sur la fréquentation des navettes. La lecture de la page twitter du robot-bus montre toutefois quelques (rares) interruptions de service. Certaines pour causes techniques (problème de batterie, de motricité, ...), d'autres pour raisons externes (accident sur la route). Aucune raison n'est fournie quant au changement des véhicules au cours du projet (EZ10 au début, Navya ensuite).

Fiche 16 : Transpolis - Lyon

Site de test de véhicule autonome en milieu fermé

Toujours en construction – prévue pour fin 2018

Acteurs à l'origine de l'opération

- Renault Trucks (Group Volvo)
 - Aixam
 - Colas
 - IFSTTAR
 - Vibratec
 - Adetel
 - Eve System
- } **Entreprises locales**

Incubé par le cluster LUTB (180 acteurs du monde du transport), Transpolis a été créé en 2011. Le groupement d'acteurs publics et privés avait pour objectif de développer un cluster d'acteurs autour de la volonté de porter l'innovation dans le secteur du transport.

Financement :

- Etat,
- Région Auvergne-Rhône-Alpes,
- Département de l'Ain,
- CCPA,
- Métropole de Lyon.

En 2018 ce sont **18 millions d'euros** qui ont jusque-là été investis dans le projet.

Acteurs de l'opération

On retrouve aujourd'hui les mêmes acteurs qu'au départ, mais de nombreux autres sont venus se greffer au projet.

- Syndicat des équipementiers de la route
- Vicat
- Groupama Rhône-Alpes
- Caisse des dépôts

Le **LIER** (Laboratoire d'essais Inrets des équipements de la route) a été intégré au projet à partir de 2014.

L'opération en elle-même

Actuellement Transpolis n'a pas encore entièrement ouvert. Sur les 80 hectares, 50 sont accessibles aux quelques 50 clients qui ont déjà fait le choix de venir tester leur technologie sur le site de test situé à 20 minutes de l'aéroport Saint-Exupéry près de Lyon, parmi lesquels on retrouve :

- Principalement des constructeurs et équipementiers comme Navya, Renault-Nissan ou Iveco.
- Des acteurs dans le monde des infrastructures et des travaux publics comme Bouygues, Eiffage ou Vinci.
- Des producteurs de capteurs comme Hikob.
- Des opérateurs de télécom (Bouygues Telecom).
- Ou encore des fabricants de bornes de recharge » (Stéphane Barbier, Directeur du développement de Transpolis).

Le site de Transpolis se situe sur une ancienne base militaire. Il est donc composé d'un réseau de routes, mais aussi d'un ensemble de bâtiments déjà présents. On compte ainsi 40 dépôts de munitions, 20 rues, 30 intersections. Tout l'intérêt de cette zone de test est de pouvoir créer un environnement proche de la réalité,

mais avec une infrastructure intelligente à moindre coût que si les investissements étaient menés sur de véritables portions de routes.

Le site de test est alors doté de nombreux capteurs (50 000 à terme), de 300 kilomètres de fibre optique enterrée, de mobilier urbain communicant (feux tricolores, passages cloutés, panneaux de signalisation, abribus, lampadaires...), de points de connectivité, de prises électriques tous les 50 mètres, mais aussi de caméras vidéo pour surveiller les déplacements des prototypes roulants.

Mais il ne s'agit pas que d'un site de test, puisqu'il est question de créer un pôle où les différents clients peuvent aussi échanger et collaborer sur des projets communs en facilitant la mise en contact des différents acteurs.

Fiche 17 : ZALAZone – Hongrie

Complexe d'expérimentation des technologies VA, Zalaegerszeg

Acteurs à l'origine de l'opération

- Pouvoirs publics hongrois : volonté de l'exécutif d'accompagner et de stimuler le secteur des technologies automobiles autonomes. L'innovation automobile demeure un point traditionnellement fort du complexe industriel-universitaire hongrois. Aussi le gouvernement magyar entend forger un pôle d'excellence en la matière, point de convergence espéré entre les programmes de recherche nationaux et les entreprises/investisseurs étrangers.

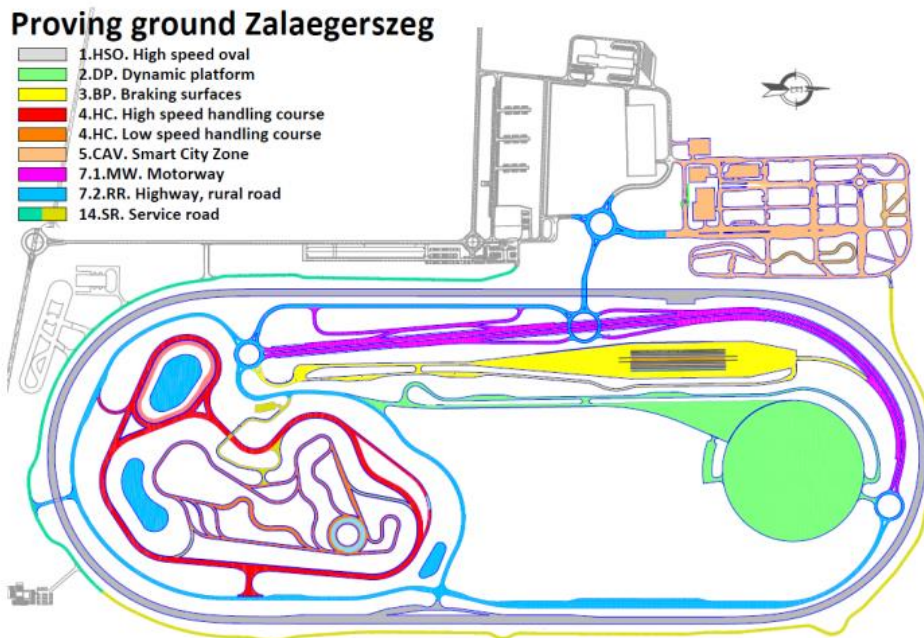
Acteurs de l'opération

- Les pouvoirs publics hongrois (gouvernement, commune de Zalaegerszeg, agence nationale des routes): investissement à hauteur de **140 millions €** dans le futur complexe, obtention du terrain, ajustement des législations, communication et support de l'opération
- Les structures de recherche/d'enseignement supérieur hongroises : Université technique et économique de Budapest, l'Académie hongroise des sciences, Université de Szeged, Université de Pannonie, Université Obuda, Université Széchenyi István
- Les structures de recherche/d'enseignement supérieur tierces (pour les tests transfrontaliers) : Université de Maribor (Slovénie), Université technique de Graz (Autriche)
- Acteurs industriels (à ce jour), regroupés en deux synergies :
 - o *Automotive Working Group* (dynamique, structure physique et intelligence du véhicule) : Almotive, AVL, BME GJT, Bosch, Commsigna, Knorr-Bremse, Continental, EVOPRO, NKH, NI, SZTAKI, ThyssenKrupp Presta, TÜV Rheinland, ZF
 - o *ICT Working Group* (prise de l'information et communication) : BME HIT, BME KJIT, BPC, Ericsson, HUAWEI, Kapsch, Magyar Közút, Magyar Telekom, NFM, NMHH, Nokia, Oracle, RWE, Siemens, SWARCO, T-Systems, Vodafone

L'opération en elle-même

Implantée en Hongrie à 18 km au sud-ouest de Budapest, la Zalazone constitue un complexe voué à la recherche automobile. Le futur site s'étend sur près de 2,5 km². Actuellement en travaux, il associera à l'horizon 2020 un centre de contrôle, un centre technique, un espace congrès et une dizaine de kilomètres de voies simulant plusieurs environnements routiers.

Parmi ces derniers, on note un tronçon autoroutier (2x2 voies sur 1500 mètres, avec bretelles associées et tunnel de 100 mètres), des routes rurales (3000 mètres, dont 500 en 2x2 voies), des routes rallyes (3300 mètres de routes étroites à forts virages), une plateforme de test freinage (1000 mètres), une chaussée immergée et une plateforme circulaire de 300 mètres de diamètre préposée aux tests dynamiques. La Zalazone inclut de même une reconstitution de milieu urbain (SMART City Zone). Celle-ci possède un hyper centre, une zone pavillonnaire, des aires de stationnement, des rues résidentielles, des avenues urbaines et les intersections connectant l'ensemble. Divers instruments de mesure et de communication (radars, 5G, capteurs, ...) sont enfin implantés sur l'ensemble du site. Les travaux des installations sont étalonnés en deux phases (2017-2018, 2018-2020), d'un coût égal de **70 millions d'euros**.



L'ensemble de ces équipements s'inscrit dans une optique d'expérimentation à grande échelle sur les mécanismes d'autonomisation des véhicules. L'ampleur du site est censée fournir l'immersion la plus réaliste possible pour les tests. Celle-ci permettra la simulation de scénarios (trafic, météo, configuration du terrain, ...), le recueil et la gestion des données, le dimensionnement et le suivi des services d'autonomisation, et cætera ... Les tenants du projet tablent sur une première phase d'expérimentation circonscrite uniquement sur la Zalazone. Ils envisagent dans des phases ultérieures de projeter les tests sur des tronçons de route réels, d'abord en Hongrie (route R76), puis vers l'Autriche et la Slovénie. Une plateforme numérique de simulation virtuelle est également prévue, qui pourra fonctionner en temps réel en même temps que se déroulent les tests sur le terrain.

Les premières expérimentations de VA allemands sont attendues dans le courant de l'année 2019.

Fiche 18 : K-City – Corée du sud

Site de test de véhicule autonome en milieu fermé –

Projet lancé en 2017 – inauguré le 10/12/2018

Acteurs à l'origine de l'opération :

- Korea Transportation Safety Authority (KOTSA).

Acteurs de l'opération

- Korea Transportation Safety Authority (KOTSA),

- L'État Coréen. Il a injecté au total plus de **11 millions de dollars** pour que le projet voie le jour. En tout il pèse 17 millions de dollars, en comptant les investissements privés survenus après son lancement.

- Samsung et Korea Telecom

Selon l'État Coréen, plus de 188 acteurs du secteur (constructeurs automobile, opérateurs de télécoms, grands acteurs de la technologie...) sont susceptibles d'utiliser K-city pour différents tests.

L'opération en elle-même

La Corée du Sud a inauguré le 10 décembre 2018 ce site mondial de test de voiture autonome et connecté basé sur le réseau 5G. K-City est un site de test intégré au sein du site de test KATRI, qui est un espace dédié aux tests de sécurité des véhicules et à la recherche automobile.

L'espace de test dédié aux VA est l'un des plus grands au monde avec une surface de test de 0,32 km², troisième derrière le site de test de Waymo aux États-Unis de 0,37 km² et le site Zalazone en Hongrie (2,5 km²).



Mais ce n'est pas par la taille que ce site de test grandeur nature souhaitait se démarquer des autres. C'est bien par la diversité de ses installations. K-City rassemble ainsi 5 environnements de test différents : autoroute, centre-ville, route de banlieue, parking, et installations communautaires. Ainsi au travers de ces 5 environnements de test, on retrouve 35 conditions de test différentes (barrières de péage, tunnels, ronds-points, passages à niveau, nids-de-poule, rues étroites etc). Tout l'intérêt de ce dispositif est donc de pouvoir tester, dans des conditions au plus proche de la réalité, un panel très large de situations. Il s'agit d'un objectif important pour la KOTSA, car il est question de se préparer au mieux à l'intégration de ces véhicules sur les routes nationales.

Mais l'enjeu majeur est la mise à disposition aux géants nationaux d'un espace dédié à la recherche et au développement autour du véhicule autonome, de l'intelligence artificielle, et des réseaux de télécoms. K-City est d'ailleurs le premier site de test à avoir mis en place des installations **5G** dans le monde... et il le doit à son champion national, Samsung. Cette technologie encore très jeune (aucun téléphone n'est pour le moment compatible par exemple) est un élément crucial pour le développement du véhicule connecté et autonome : avec la connectique 5G, le temps de réponse est de l'ordre de la milliseconde. Que ce soit du point de vue de la sécurité ou de la qualité de conduite des VA, il s'agit d'une condition *sine qua non* pour le bon développement de la technologie du VA.

Pour l'instant le site de test n'en est qu'à ses débuts, et il sera intéressant d'en observer l'évolution ainsi que les premiers retours d'expérience des différents usagers.

Fiche 19 : Mcity – Etats-Unis

Une ville artificielle au service du véhicule autonome, Ann Arbor (Michigan)

Acteurs à l'origine de l'opération

- Gouvernement et agences américaines : volonté de projeter les Etats-Unis en leader mondial des technologies du véhicule autonome. L'administration Obama a annoncé en 2016 à ce sujet un plan d'investissement de 4 milliards de dollars sur 10 ans. Une participation au projet Mcity (10 millions de dollars initialement) est incluse dans l'enveloppe.
- Groupes automobiles internationaux : ambition de damer le pion à la « côte ouest » (Google, Uber, Tesla) en matière de technologies autonomes, à travers un nouveau centre de recherche mutualisé situé à l'est des Etats-Unis

Acteurs de l'opération

- Université du Michigan : fournit le terrain pour la construction du site, assure le support académique (exploitation des résultats, conduite des expérimentations, suivi de la data...) avec le concours d'une centaine d'étudiants impliqués dans le projet.
- Entités publiques : Etat fédéral du Michigan, commune d'Ann Arbor, US Department of Transportation, US Department of Energy, Michigan Department of Transportation : financent, commandent des études et fournissent les assistances/autorisations juridiques
- Constructeurs automobiles : General Motors, Ford, Nissan, Honda, Toyota, financent et pilotent les projets et expérimentations
- Fabricants de pièces industrielles et automobiles : Aptiv, Denso, Intel, Xerox, LG, financent et participent activement aux projets et expérimentation
- Entreprises de télécommunication, mobilité et transport : Verizon, Econolite, financent et participent activement aux projets et expérimentations
- Secteur des assurances : State Farm, assurance juridique
- Acteurs secondaires/observateurs : 48 entreprises (BMW, NAVYA, Isuzu, Hitachi, AISIN Group, ...), affiliées au projet mais non incluses dans le leadership du projet

L'opération en elle-même

Localisé à Ann Arbor (banlieue de Detroit), sur les terrains de l'Université du Michigan, le projet Mcity s'étend sur près de 0,14 km². Il vise à recréer tous les scénarios d'essais possibles à destination des véhicules autonomes. Mcity est à ce titre scindée en deux zones : un environnement urbain et une zone dite de haute vitesse. La zone urbaine comprend les reconstitutions physiques d'un centre-ville américain, d'une zone résidentielle, de stationnements. Cela inclut la présence de bâtiments factices, une reproduction des éléments de signalisation et de mobilier urbain (arbres, panneaux divers, éclairage urbain...). Le site propose des éléments de perturbation physique (tags, impacts de balles sur les murs, tunnel, passage à niveau route-rail) pour tester la réactivité des véhicules en situation réelle. Un robot conçu par les étudiants de l'Université du Michigan arpente quotidiennement les rues de la ville artificielle. Il permet de multiplier en série les expériences d'interactions entre les véhicules autonomes et de potentiels passants. La visibilité du projet va par ailleurs augmenter, à travers de nouveaux partenariats (avec Navya par exemple) et des investissements en hausse (26,5 millions de dollars à ce jour).

Résultats

Mcity annonce depuis 2017 un total de 4400 heures (183 jours) de tests réalisés sur le site.

Fiche 20 : OmniCAV - Grande Bretagne

Simulateur de véhicules autonomes dans un environnement virtuel

Acteurs à l'origine de l'opération

Gouvernement britannique : ambition de hisser le Royaume-Uni à la pointe mondiale des technologies VA. Le ministère des transports estime à 52 milliards de livres (57,7 milliards d'euros) le montant des ventes de CAVs (« Connected and Autonomous Vehicles ») dans le territoire britannique à l'horizon 2035. Les pouvoirs publics souhaitent de fait préparer et accompagner l'éclosion de ce marché, et ce par le biais de six projets de simulation (dont OmniCAV) totalisant 12,1 millions de livres (13,4 millions d'euros) d'investissement public.

Acteurs de l'opération

- Centre for Connected and Autonomous Vehicles (institution publique) : finance le projet OmniCAV à hauteur de 3,9 millions de livres, à travers le fond public Innovate UK
- Latent Logic : coordinateur de projet, start up spécialisée de la simulation des comportements (automobilistes, piétons, ...) dans un environnement virtuel
- Ordnance Survey (équivalent de l'IGN) et Oxfordshire County Council : fournissent les données spatiales, démographiques et cartographiques
- Bureaux d'études impliqués : *Arcadis* (architecture et design urbain), *XPI Simulation* (simulateur de conduite), *Aimsun* (modélisation de trafic)
- Entreprises partenaires : *Admiral Limited* (société d'assurance foncière et automobile) et *Arrival* (concepteur de véhicules intelligents)
- Partenaires académiques : University of Warwick

L'opération en elle-même

Le projet OmniCAV vise deux objectifs complémentaires. Le premier consiste à bâtir un environnement géographique virtuel 3D de très haute résolution. Celui-ci reproduit une fraction du réseau routier de l'Oxfordshire. Les segments sélectionnés totalisent 32 kilomètres. OmniCAV reconstitue virtuellement leur physionomie et contexte territorial (trafic automobile, piétons, cyclistes, mobilier urbain, bâtiments, ...). L'opération est rendue possible par la mutualisation des savoir-faire propres aux 11 acteurs du projet (liste ci-dessus). Cette reconstitution ambitieuse du réel prépare le second objectif du projet. Les pouvoirs publics souhaitent que la reproduction 3D de l'Oxfordshire devienne un cadre d'expérimentation des technologies liées aux VA. Les tests opérés dans le monde virtuel permettraient d'anticiper et de traiter les enjeux technologiques (dynamique du véhicule, interactions avec l'environnement, communication, ...), judiciaires (cadre légal, éthique, ...) et financiers (coûts, programmes d'assurances, ...) intrinsèques aux véhicules autonomes. L'objectif à terme demeure de disposer d'un outil de test et de certification, mobilisable par les autorités compétentes, les constructeurs et les assurances pour encadrer et accélérer le développement des VA.

Résultats

Projet en construction. Pas de résultats à l'heure actuelle.

Fiche 21 : VRX, SCANeRTM et ROADS - France

Simulateurs français pour l'homologation des véhicules autonomes

OPTIS et l'outil VRX

Rachetée en mars 2018 par l'américain ANSYS, OPTIS est une entreprise française spécialisée dans la simulation numérique. La société développe des applications extrêmement poussées en la matière, sur des champs divers (architecture, nucléaire, énergie, éclairage, ...). Elle propose un outil spécialement dédié au véhicule autonome, nommé VRX. Le simulateur VRX permet de valider en réalité virtuelle les nouveaux composants liés à la course au VA (capteurs, ADAS, ...). Il a été conçu à l'intention des ingénieurs validation et pilotes d'essais. VRX intègre de même un cockpit de conduite, permettant aux testeurs de s'immerger davantage dans le processus d'expérimentation. OPTIS collabore aussi avec des constructeurs étrangers (Bentley, Ford, BMW, Ferrari, ...).

AVSimulation

Société fondée conjointement par Renault et une filiale de Sogecclair (Oktal), AVSimulation est une entreprise spécialisée dans la simulation et la science aéronautique. L'entité propose des outils de réalité virtuelle, avec des applications spécialement développées à l'attention du véhicule autonome. Le logiciel de simulation de conduite **SCANeRTM** en fait partie. Ses plateformes de tests virtuels permettent d'expérimenter l'ensemble des ressorts du VA (sécurité, V2X, réaction à l'environnement, stationnement, niveau 3/4/5 d'automatisation) dans une optique de validation des technologies.

AVSimulation a été retenue par Renault pour bâtir l'outil **ROADS** (Renault Optimization Autonomous Driving Simulator), logé à l'intérieur du technocentre Renault à Guyancourt. D'un montant de 25 millions d'euros, ce simulateur géant prévoit d'immerger des véhicules (réels) dans un large dôme recréant un environnement virtuel à l'aide d'écrans 3D orientés à 360°. Ce simulateur doit entrer en service début 2019.

Fiche 22 : PTV MaaS Modeller modéliser les nouvelles mobilités

A l'origine de PTV Modeller, le concept MaaS

Mobility as a Service :

Ambition de regrouper l'ensemble des vecteurs de mobilité non individuels (TC, taxis, VTC, covoiturage, véhicules partagés, vélos en libre-service, covoiturage, ...) dans un seul et unique agenceur de voyage, généralement une application mobile. L'utilisateur personnalise ses préférences de déplacements. Le MaaS calcule ensuite les modes et itinéraires à mobiliser pour réaliser les trajets renseignés, du premier au dernier kilomètre. L'objectif ultime de l'application vise à initier un service de paiement coiffant l'ensemble des modes présents sur un territoire. Cette uniformisation serait en mesure de fournir à l'utilisateur une flexibilité tarifaire absolue dans ses déplacements.

Le PTV MaaS Modeller : simuler la mobilité à l'ère du MaaS

Le MaaS porte l'objectif de synchroniser l'ensemble des modes de transport autres que la voiture individuelle. De nombreux experts pointent la baisse du trafic automobile induite possiblement dans les villes par cette synergie des mobilités alternatives. L'outil Modeller développé par le groupe allemand PTV cherche à en quantifier l'ampleur. Ce programme simule pour chaque ville testée le nombre d'utilisateurs potentiellement intégrables dans une mobilité de type MaaS. Pour ce faire, Modeller place au centre de son modèle les réseaux de transport publics. Leurs lignes composent souvent le tronçon central des trajets réalisables par la mobilité MaaS. Elles sont complétées par une simulation de modes partagés (taxis, VTC, VA, ...), que les utilisateurs mobilisent en grande partie pour les premiers et/ou derniers kilomètres. L'outil Modeller examine de fait **la complémentarité possible entre les TC et un usage intensif (mais non existant à ce jour) des modes partagés.**

Les flux modélisés permettent de calibrer la taille des flottes de véhicules autonomes et partagés nécessaires pour le soutien de l'offre de transport collectif. Plusieurs critères entrent en jeu pour affiner cette valeur. Le modèle intègre la capacité des véhicules partagés, le temps d'attente maximal consenti par l'utilisateur et le facteur de détour. Combinés avec le nombre de véhicules.km parcourus, ces paramètres permettent de bâtir des scénarios économiques d'exploitation optimaux pour les opérateurs (ampleur de la flotte à déployer, caractéristiques techniques des véhicules, ...).

L'outil Modeller rend compte enfin des opportunités offertes par le MaaS en termes d'aménagement du territoire et des transports. PTV propose plusieurs exemples en la matière. Pour la ville de Stuttgart, le modèle table sur une flotte optimale de 1400 véhicules partagés, dégageant une baisse de charge de 38% sur le tronçon routier le plus congestionné de la commune. L'étude menée sur Lisbonne évoque de son côté un gain spatial équivalent à 210 terrains de football (environ 1 km²). Cette surface matérialise la somme des stationnements rendus caducs par le report modal de l'automobile vers la mobilité MaaS.

Le potentiel offert par celle-ci apparaît de fait gigantesque. Partie intégrante de la mobilité partagée, les technologies du VA pourraient dans le cadre du MaaS s'affirmer comme un levier décisif de la mobilité de demain.



L'INSTITUT D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME DE LA RÉGION D'ÎLE-DE-FRANCE
EST UNE ASSOCIATION LOI DE 1901.

15, RUE FALGUIÈRE - 75740 PARIS CEDEX 10 - TÉL : 01 77 89 77 89