

AUTONOMOUS
DRIVE

VÉHICULE AUTONOME : QUELLE RÉALITÉ EN 2019 ?

AUTEURS



GAEL LACOSTE
gael.lacoste@wavestone.com



MATHIEU SABARLY
mathieu.sabarly@wavestone.com

Cette publication a été réalisée avec l'appui d'Audrey PAMBRUN, Senior consultante Wavestone.

Voilà maintenant plus de 35 ans que le premier prototype de voiture autonome voyait le jour sur les routes de Pennsylvanie. À cette époque, une telle innovation semblait tout droit sortie d'un film de science-fiction et la question de son industrialisation appartenait au domaine de l'utopie.

À entendre les récentes déclarations d'Elon Musk, la Tesla autonome serait promise pour l'année prochaine mais cette annonce fait office d'exception dans un contexte général devenu plus frileux, en particulier du côté des constructeurs automobiles historiques.

L'euphorie de ces dernières années semble passée, le premier accident mortel de 2018 impliquant une Volvo autonome opérée par Uber a jeté un doute sur le réel aboutissement à court terme des technologies impliquées. Après des avancées spectaculaires, la mise au point de la technologie pour substituer totalement la machine à l'homme s'avère en effet plus complexe que prévu.

À cela s'ajoute également des interrogations fortes sur la viabilité du modèle économique, le coût d'un véhicule autonome personnel étant très élevé par rapport à la valeur perçue par le consommateur moyen. Ainsi Carlos Tavares a déclaré au mois de mai 2019 que le groupe PSA « abandonnait purement et simplement les développements relatifs au véhicule autonome au-delà du niveau 3, pour les véhicules particuliers »¹. Cependant, les grands acteurs n'ont pas pour autant abandonné l'idée d'investir sur plusieurs tableaux, comme le démontrent leurs stratégies de coopération qui tirent actuellement le marché et conduisent à de nombreux partenariats.

En cette fin d'année 2019, où en est donc réellement l'industrie automobile autonome face aux grands défis qu'elle doit relever, à savoir la maîtrise de la technologie, la définition des stratégies économiques et l'exploitation d'accélérateurs d'adoption, qui assureront sa pérennité ?

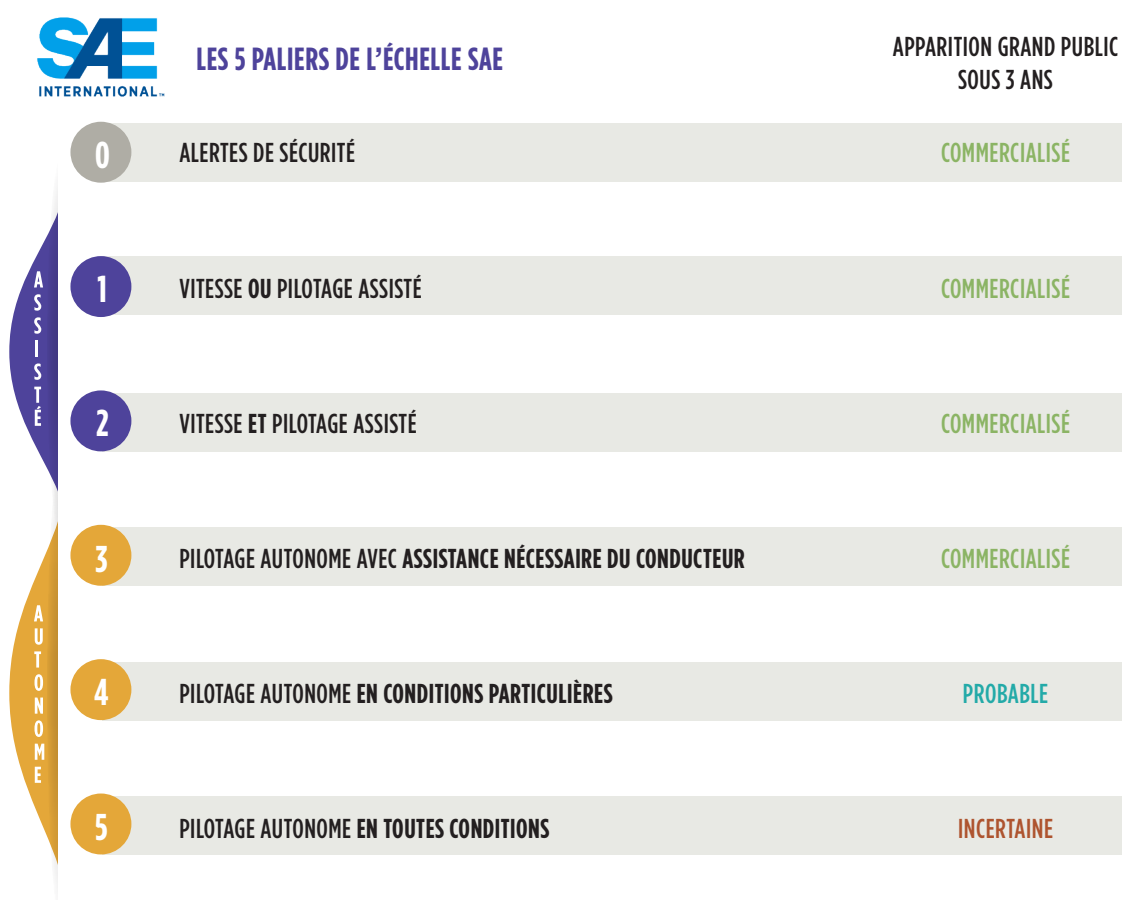


¹source : Les Echos, Premiers coups de frein sur la voiture autonome, 26 mars 2019 - <https://www.lesechos.fr/tech-medias/intelligence-artificielle/premiers-coups-de-frein-sur-la-voiture-autonome-1003606>

VÉHICULE AUTONOME, DES CAS D'USAGES MOINS MATURES QUE PRÉVU

UNE QUALIFICATION DE L'AUTONOMIE PAR PALIERS

Définir la notion d'autonomie est un point structurant pour pouvoir caractériser si un véhicule est autonome et déterminer les limites de cette autonomie. Le modèle privilégié à l'heure actuelle provient de la SAE, *Society of Automotive Engineer*, qui propose une échelle allant de 0 à 5, classant les niveaux d'autonomie par paliers d'intelligence du véhicule, chaque palier correspondant à un ensemble de fonctionnalités que la voiture peut gérer seule.



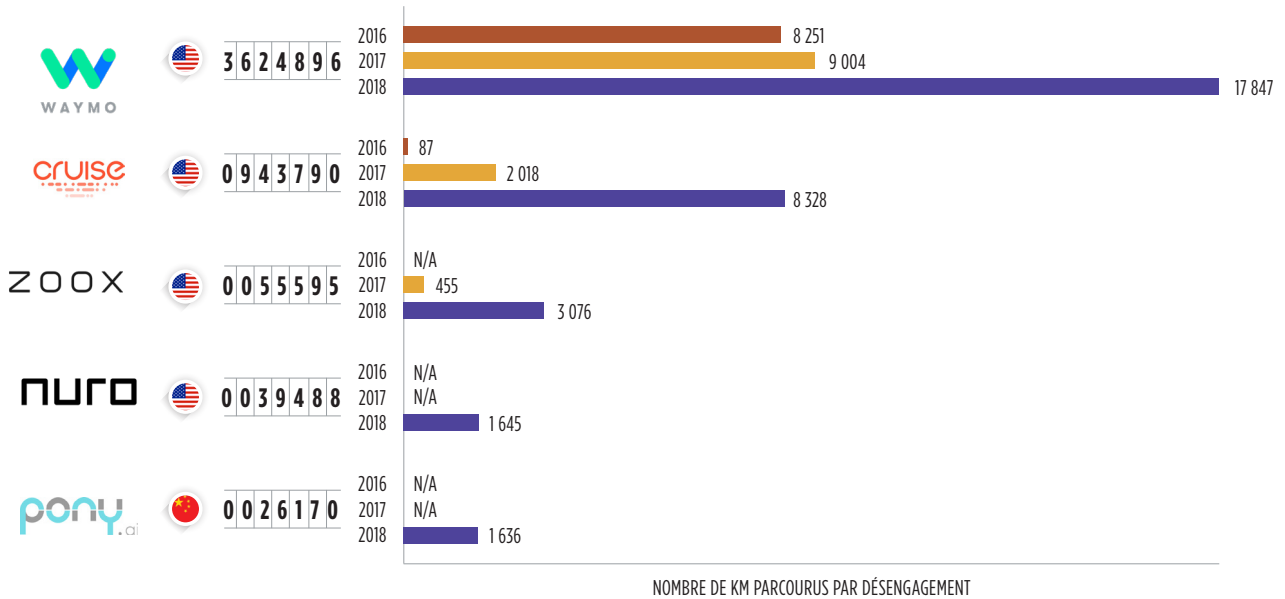
Sur nos routes circulent d'ores et déjà des véhicules de niveau 3, avec des technologies embarquées intelligentes qui soutiennent les conducteurs dans la conduite et sont capables dans des conditions très précises et circonscrites de prendre le contrôle complet du véhicule.

Mais c'est bien le passage vers le niveau 4 qui donne du fil à retordre aux constructeurs, car c'est le seuil à partir duquel une voiture peut rouler sur des itinéraires prédéfinis et réagir à n'importe quel événement survenu sur son parcours, et cela sans intervention d'un conducteur.

À date, seul Waymo, autrement connu pour être le projet de véhicule autonome de Google, a testé des véhicules de niveau 4 avec des passagers qui ne sont pas ses employés. De plus, aucune expérimentation n'a permis de démontrer une fiabilité à un niveau 5 qui permettrait à un véhicule de ne plus disposer d'un volant dans son habitacle.

Ce constat est conforté dans les rapports, exigés par le *California Department of Motor Vehicles*, des sociétés qui procèdent à des expérimentations de véhicule autonome sur les routes de Californie. Ces calculs concernent le nombre de kilomètres moyens parcourus par une voiture autonome, sans que le conducteur n'ait eu à reprendre la main sur le véhicule.

TOP 5 DES SYSTÈMES DE CONDUITE AUTONOME EN 2018

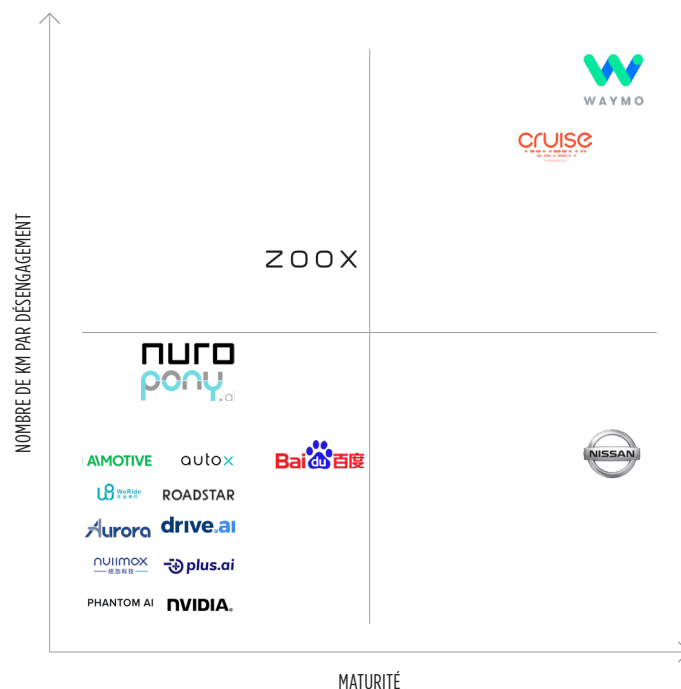


source : *Disengagement Reports, Department of Motor Vehicles California*

Même si l'on peut reprocher la non-exhaustivité d'un tel rapport, les chiffres sont édifiants : les résultats de Tesla montrent que leurs voitures nécessitaient une intervention humaine tous les 5 kilomètres en moyenne, alors que Waymo et Cruise ont pu parcourir des milliers de kilomètres sans que l'intervention ne soit nécessaire.

Bien que les entreprises n'aient pas le même niveau de maturité sur la maîtrise de la technologie, en l'état aucune d'entre-elles ne peut se targuer de renoncer à la possible reprise en main du véhicule par un humain en cas d'incidents.

MAPPING 2019 DES ACTEURS DU VÉHICULE AUTONOME*



*uniquement les acteurs ayant dépassé les 30km sans désengagement selon le *Disengagement Report 2018 du Department of Motors vehicles California*

DES CAS D'USAGE SOUMIS À DES CONTRAINTES TRÈS DIFFÉRENTES

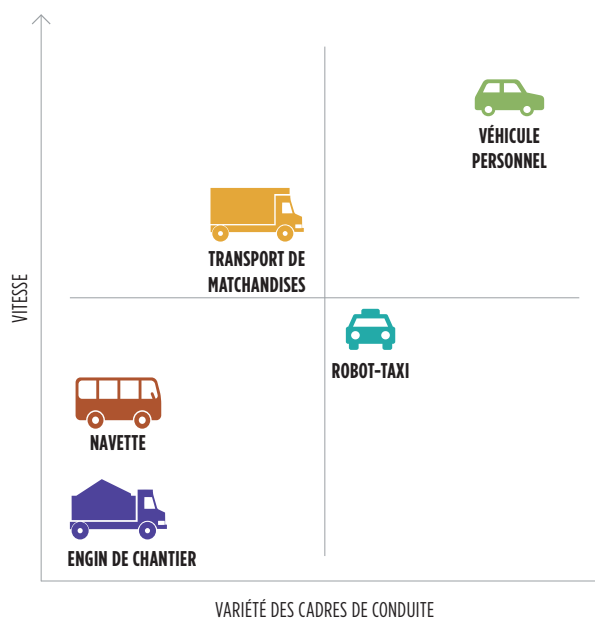
L'utilisation générique du terme autonome masque en réalité une diversité de cas d'usages soumis à des contraintes très différentes, essentiellement liées à des problématiques de vitesse sur route et de variété de situations rencontrées.

La diversité de cadres de conduite que pourront gérer les véhicules autonomes représente le critère le plus discriminant : plus le trajet est circonscrit, plus le nombre de variables à prendre en compte sera faible, rendant de fait, le développement de la technologie plus simple et l'apprentissage des machines plus rapide.

Quant à la vitesse, les contraintes majeures concernent aussi bien le domaine technologique, avec la vitesse de transmission et de traitement des données, que la relation entre le véhicule autonome et les conducteurs humains. Même si la vitesse ne constitue pas, en soit, un frein au développement de la technologie, **elle force à mettre la compréhension, l'interaction et la communication avec les conducteurs humains au centre du développement des IA.**

En utilisant la vitesse et la diversité des situations de conduite comme critères pour découper le marché, nous observons trois grandes tendances qui partagent des contraintes proches. La proximité de ces cas d'usage offre une opportunité de développement connexe ou de transposition des technologies suivant une stratégie de diversification horizontale.

CAS D'USAGE DU VÉHICULE AUTONOME



LE VÉHICULE AUTONOME PERSONNEL : UNE INNOVATION PROGRESSIVE DE L'ADAS VERS L'AUTONOMIE

Dans le cadre d'une utilisation en tant que véhicule personnel, la voiture autonome aura vocation à une autonomie plus progressive, mais pouvant évoluer dans des situations très variées. **On peut ici parler d'innovation incrémentale, à savoir que l'autonomisation de la voiture se fera progressivement, par de petites évolutions successives** suivant le modèle de l'ADAS - *Advanced Driver Assist System*.

À court et moyen terme, les constructeurs souhaitent élargir leurs offres de niveau 3 en proposant des modules facilitant la conduite et améliorant la vigilance du conducteur. Cet objectif est déjà partiellement atteint au travers des ESP, régulateurs de vitesse intelligents, assistants de conduite sur autoroute ou encore aides au stationnement.

À plus long terme, le choix de se diriger vers un niveau 4, voire 5, n'est pas évident et relève d'une stratégie à l'échelle du groupe.

Le coût de l'implémentation d'une autonomie totale se répercutera forcément sur une hausse significative du prix des véhicules. L'acceptation de ce coût additionnel ne se fera que si la proposition de valeur est suffisante aux yeux des consommateurs, à savoir un contexte d'expériences plus riche offert par la possibilité de ne plus avoir à tenir le volant pour se déplacer.

Or, lors de l'usage en tant que véhicule personnel, la dimension de la conduite représente une source de valeur très importante pour les consommateurs, et en atteignant un niveau 4 ou 5, la proposition de valeur se décentre de la conduite pour aller vers l'expérialisation de la mobilité. **Ce déplacement induit un changement majeur dans les habitudes de consommation et positionne le véhicule autonome personnel sur un nouveau segment**, entraînant automatiquement la fermeture d'un marché axé sur le plaisir de la conduite.

Tesla, et si Elon Musk bluffait ?

A entendre Elon Musk, **la commercialisation d'une Tesla autonome de niveau 5 serait pour 2020**. Ceci n'a pas été sans générer une levée de boucliers de la part des autres acteurs qui estiment complètement irraisonné de mettre sur les routes une technologie aussi peu mature.

Steve Wozniak, co-fondateur d'Apple et pourtant fan de Tesla a récemment déclaré ne plus croire un traitre mot venant de la bouche d'Elon Musk. Et il faut bien dire que Tesla donne assez peu de visibilité sur ses avancées :

- ✓ Le constructeur annonce des tests sur des routes partout dans le monde mais ne transmet aucun résultat, y compris en Californie.
- ✓ Si la majorité des critiques déclarent que la solution AutoPilot de Tesla est probablement la meilleure commercialisée à l'heure actuelle, elle est pour autant très loin d'approcher la qualité requise d'un système « full self-drive ». Malgré le grisement que représente le fait de pouvoir retirer ses mains du volant sur une portion d'autoroute et laisser la voiture conduire seule sur quelques kilomètres, ce niveau technologique reste très loin des attentes d'un système de conduite autonome, c'est-à-dire ne jamais faire d'erreur, peu importe les circonstances.

Alors que penser des déclarations d'Elon Musk ? Pas grand-chose, hormis que **la commercialisation d'un véhicule personnel entièrement autonome en 2020 semble impossible**, sauf restreinte à un modeste sous-ensemble de routes et uniquement dans des conditions particulières.

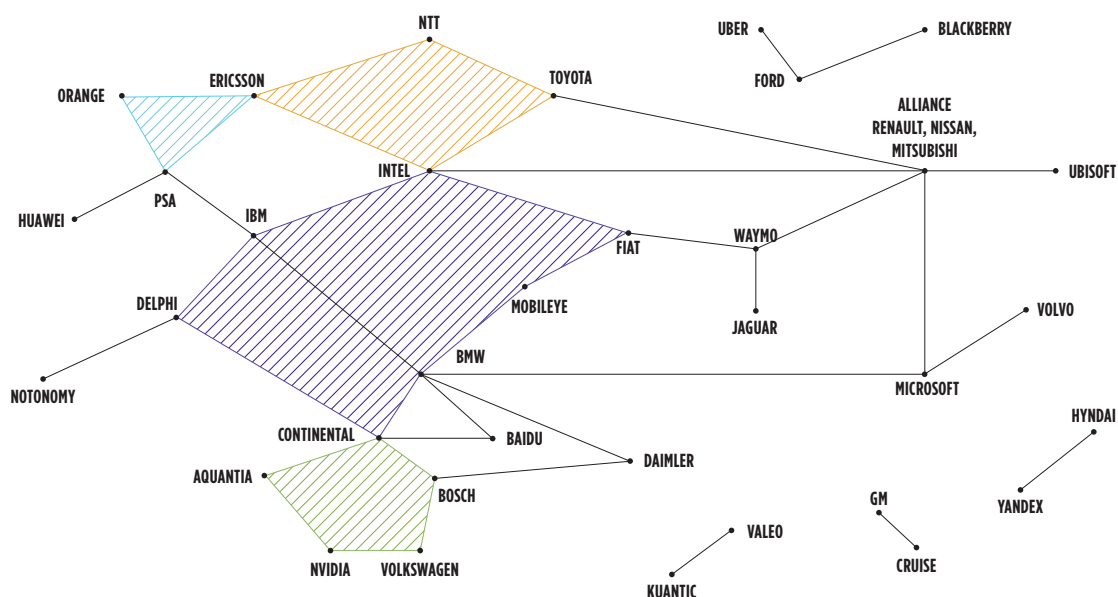
ROBOT-TAXI, UNE STRATÉGIE GAGNANTE DE LA MOBILITÉ AUTONOME

UNE GALAXIE DE STRATÉGIES DOMINÉE PAR LA COOPÉTITION

La prise de conscience de la rupture amenée par les niveaux 4 et 5 pousse déjà certains constructeurs à revenir sur leurs annonces. On peut ici citer Carlos Tavares qui a déclaré que PSA resterait sur un niveau 3 à court terme, ou encore BMW qui a décidé de concentrer ses efforts sur le niveau 3 jusqu'en 2021 pour son SUV iNext.

Afin de partager les risques et les investissements, des programmes de partenariats et des stratégies de coopétition ont progressivement émergé, découpant le marché en *clusters* plus ou moins importants et rebattant les cartes de la course à l'autonomisation.

CARTOGRAPHIE 2019 DES PARTENARIATS DE DÉVELOPPEMENT DE LA VOITURE AUTONOME

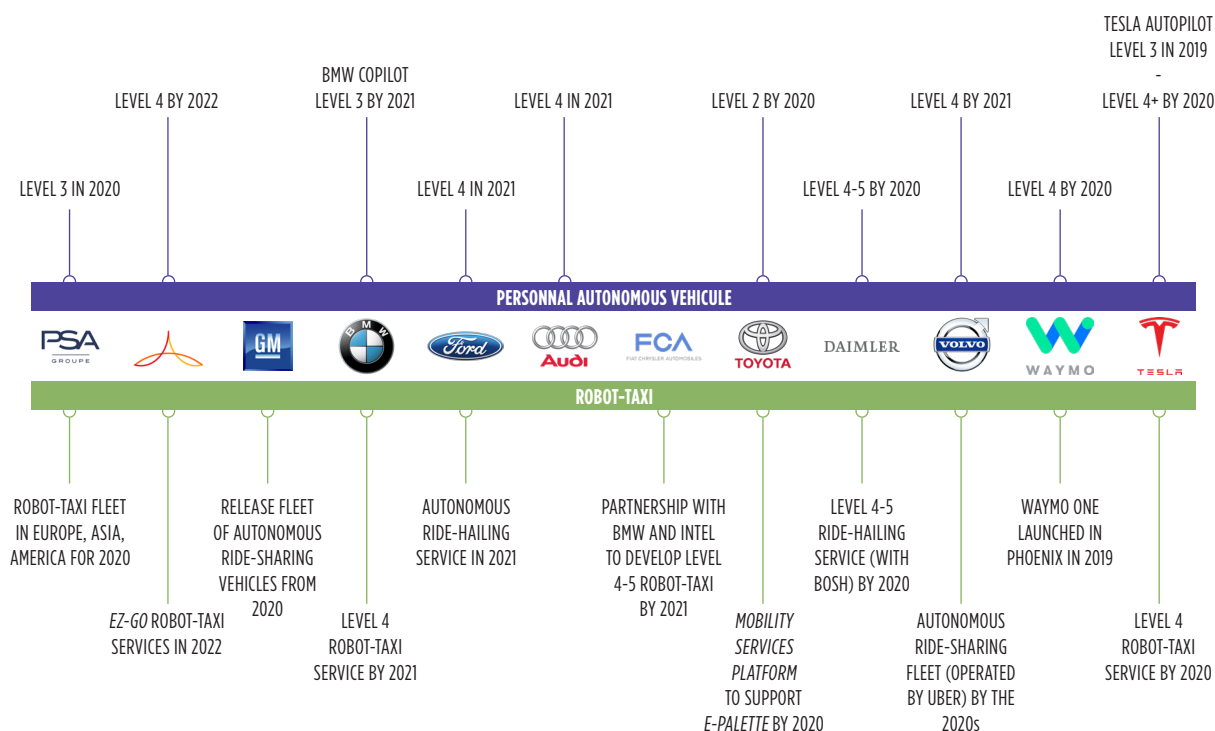


Source : Wavestone 2019



Cependant, la difficulté à prévoir les prochaines poches de vente massives incite les acteurs historiques à continuer d'investir sur les deux tableaux. Les constructeurs européens ont tous des programmes de développement de robot-taxis et d'ADAS vers l'autonomie, séparant le plus souvent les équiipes et les budgets.

ROADMAP 2019 DES PROJETS ROBOT-TAXIS ET VÉHICULES AUTONOMES PERSONNELS



Source : Wavestone 2019

LE ROBOT-TAXI, UN CAS D'USAGE DESTINÉ À PRENDRE DE L'AVANCE

Contrairement aux ADAS, le robot-taxi a vocation à une autonomie complète et immédiate, mais dans un nombre de situations plus restreint, les trajets étant quasi-exclusivement limités aux zones urbaines et péri-urbaines, essentiellement à allure faible voire modérée. Aux vues de ces contraintes, on observe principalement deux stratégies, une première, itérative, par la limitation de l'espace de conduite, et une seconde, disruptive, en développant directement un système de niveau 5.

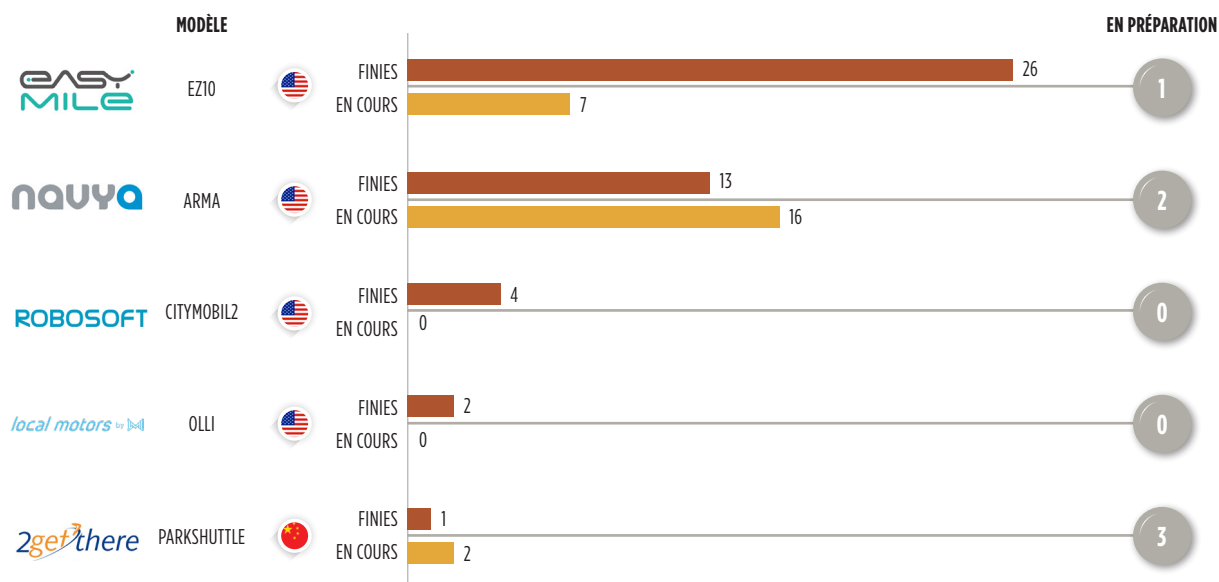
La stratégie itérative consiste en une restriction volontaire des zones d'évolution du véhicule, soit par la définition de trajets prédéfinis, soit par la limitation à un périmètre préalablement cartographié, réduisant ainsi le nombre de variables inconnues. Cette stratégie, plus proche de celle des navettes autonomes, pourrait permettre une apparition commerciale à court-moyen terme du robot-taxi, notamment au travers de positionnements sur le modèle de l'*Early adopting*, où les premiers utilisateurs participeraient à l'amélioration du système, par exemple sur les capacités du véhicule à interagir avec les passagers.

La stratégie disruptive consiste quant à elle à développer dès le début un système de niveau 5, en concentrant le développement de l'IA sur l'analyse en temps réel de l'environnement, le chargement de données de cartographie intervenant afin d'enrichir l'analyse en temps réel et de permettre le calcul de trajets. Bien qu'il semblerait de prime abord que la stratégie disruptive ne présente des chances d'apparition qu'à très long terme, les excellents résultats de Waymo sur ses véhicules autonomes de niveau 4 démontrent le contraire et prouve que c'est un modèle de développement viable et particulièrement prometteur.

LE CAS PARTICULIER DES NAVETTES AUTONOMES, UN MODÈLE DIFFICILEMENT TRANSPOSABLE

Tête de file de la mobilité autonome, les navettes ont été les premières à faire leur apparition dans la vie quotidienne, le français Navya ayant commercialisé la première navette dès 2015. De nombreuses expérimentations sur le terrain ont été réalisées partout dans le monde et les écarts commencent d'ores et déjà à se creuser :

TOP 5 DES SYSTÈMES DE NAVETTES AUTONOMES EN 2019



source : Antoniali, 2019, *International benchmark on experimentations with Autonomous Shuttles for Collective Transport*

Le robot-taxi, de par sa nature à ne couvrir qu'un type des trajets limités, partage des similitudes avec les navettes. Cependant, **l'autonomie des navettes se limite à des trajets définis, circonscrits et à faible vitesse**. Ces contraintes rendent les IA qui pilotent ces navettes difficilement transposables au robot-taxi et ne concerneraient au demeurant que des champs d'application extrêmement restrictifs. On peut donc supposer que le développement de ces deux cas d'usage restera décorrélé à moyen-long terme. La diversification horizontale de ces IA pourrait toutefois passer par l'implémentation dans des engins de chantiers autonomes aux contraintes beaucoup plus proches de celles des navettes.



DES ACCÉLÉRATEURS D'ADOPTION NÉCESSAIRES POUR CONFORTER LE VÉHICULE AUTONOME DANS LA VIE COURANTE

L'EXPÉRIENCE UTILISATEUR : MOTEUR D'ADOPTION DU VÉHICULE AUTONOME

Tous les éléments tendent à démontrer que l'acceptation et **l'adoption progressive de la voiture autonome se fera grâce à l'augmentation et l'amélioration de l'expérience des utilisateurs au sein du véhicule**. Les attentes semblent essentiellement centrées autour de trois axes, la valeur hédonique, la capacité à interagir avec le véhicule et l'intensité de la personnalisation.

Afin d'augmenter la valeur hédonique de leurs offres, les constructeurs doivent intégrer une dimension polysensorielle en mobilisant plusieurs sens simultanément, et penser l'expérience pour être divertissante en passant par exemple par des processus de gamification. Dans les projets en développement, nous pouvons notamment citer Symbioz issu d'une collaboration entre Renault et Ubisoft, qui invite l'utilisateur à l'évasion en l'immergeant progressivement dans un monde futuriste au travers un casque de réalité virtuelle, qui intègre en temps réel les mouvements du véhicule et ses variations de vitesse.

La capacité à interagir avec le véhicule doit être repensée en profondeur pour être la plus naturelle possible en analysant en temps réel et en interprétant correctement les comportements des passagers, leurs réactions et leur environnement. Le projet d'interface homme-machine intelligente de la société Nuance illustre ce concept, avec une technologie qui répond à la fois à la voix et aux mouvements de la tête et des yeux. Le système de communication répond à des ordres directs tels que « Ferme cette fenêtre » ou « J'ai froid » et intègre l'analyse de données extérieures au véhicule pour répondre à des requêtes comme « Quel est ce bâtiment ? ». La communication passe également au travers d'un pare-brise en réalité augmentée, développé par Saint-Gobain, permettant d'afficher diverses informations comme de la signalétique, des points de destination, ou encore du contenu divertissant.

Enfin, la personnalisation doit être la plus automatisée possible et enregistrer les paramètres dans un profil unique pour chaque utilisateur. Pour se faire elle peut être divisée en deux temps : une première phase qui préconfigure l'ensemble des fonctionnalités de manière autonome et une seconde phase où l'utilisateur peut modifier manuellement chaque fonctionnalité. Nous pouvons notamment citer l'initiative Smart Cocoon de Valeo, où une batterie de capteurs analyse en temps réel les passagers pour adapter automatiquement l'environnement à leurs besoins individuels : température, intensité et couleur de l'éclairage, immersion auditive, etc.



VÉHICULE AUTONOME : VERS UNE INFLUENCE MUTUELLE ENTRE L'HUMAIN ET LA TECHNOLOGIE

L'apparition des véhicules autonomes repose principalement sur la capacité des IA à apprendre des situations qu'elles rencontrent. Pour tendre vers une IA forte, les systèmes de prise de décision doivent être conçus pour être itératifs, pouvant être enrichis aussi bien de données provenant de circuits cartographiés existants, que de données d'analyse issues des capteurs pour apprendre des situations rencontrées par le véhicule lui-même.

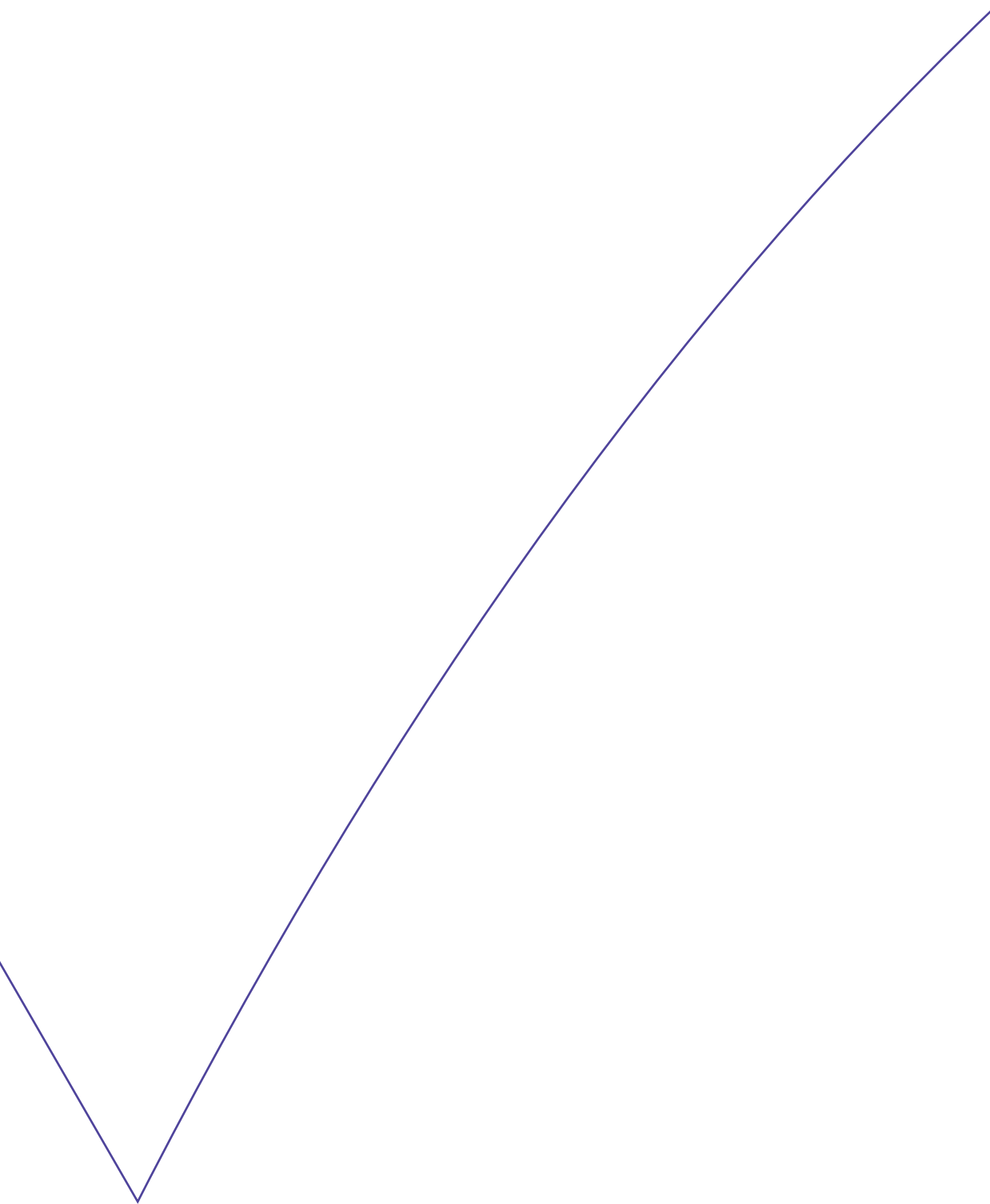
Le partage de connaissances entre les véhicules autonomes constitue un potentiel d'amélioration qui peut, en fonction du nombre de véhicules autonomes en circulation, tendre à générer une masse de données exploitables suivant une courbe exponentielle.

L'utilisateur peut également représenter une source d'information considérable en mettant en place un processus assimilable à une stratégie de co-crédation, où l'utilisateur final participe activement, tout au long de la vie du produit, à l'amélioration, voire au développement, de l'IA qui pilote le véhicule. **Davantage, l'influence sera réciproque, à savoir que les utilisateurs vont eux aussi, par le cōtoisement de véhicules autonomes, mieux comprendre leurs réactions et affiner leur manière d'appréhender leurs déplacements.**

Le partage de la route s'apparente à une symbiose où les conducteurs s'adaptent mutuellement les uns aux autres, le véhicule autonome ne faisant pas exception, il faut que son modèle de prise de décision intègre cette complexité. Cette symbiose est conditionnée à une compréhension réciproque des usagers de la route, faisant ainsi de la capacité à manifester ses intentions une caractéristique principale dans le design du véhicule autonome, et de la compréhension des mécanismes de perception et d'attention de l'être humain un point central dans le développement de l'IA qui le pilote.

Et c'est sans doute l'un des paradigmes clés : **l'avènement de la mobilité autonome repose tout autant sur l'adaptation de la machine à l'humain, que de l'humain à la machine.**





The Positive Way

WAVESTONE

www.wavestone.com

Dans un monde où savoir se transformer est la clé du succès, Wavestone s'est donné pour mission d'éclairer et guider les grandes entreprises et organisations dans leurs transformations les plus critiques avec l'ambition de les rendre positives pour toutes les parties prenantes. C'est ce que nous appelons « The Positive Way ».

Wavestone rassemble plus de 3 000 collaborateurs dans 8 pays. Il figure parmi les leaders indépendants du conseil en Europe, et constitue le 1er cabinet de conseil indépendant en France.