

Le Robotaxi

Félix Carreyre¹ & Isabelle Nicolai²

¹Institut VEDECOM. E-mail : felix.carreyre@vedecom.fr

²Univ Paris-Saclay, CentraleSupélec, LGI. E-mail : isabelle.nicolai@centralesupelec.fr

Résumé :

Le robotaxi est un véhicule autonome sans conducteur, conçu pour transporter des passagers via des plateformes de mobilité partagée. Il réduit accidents, CO₂ et embouteillages, optimise les coûts, et offre aux usagers accessibilité et trajets moins chers, tandis que les entreprises en tirent de nouveaux revenus et une gestion optimisée des flottes. Cependant, il pose de nouveaux risques : cyberattaques, atteintes à la vie privée, sécurité, perte d'emplois, effet rebond et inégalités sociales... Cette balance avantages-risques dépend en grande partie des modalités de déploiement des robotaxis. Les choix stratégiques sont différents entre Etats-Unis, Chine et Europe. L'avenir d'une mobilité durable et inclusive dépendra des choix politiques qui sont pris dès aujourd'hui.

Ce travail doit être cité comme :

Félix Carreyre, Isabelle Nicolai (2026). Le robotaxi. *Encyclopédie en ligne de l'Association Française d'Economie des Transports (AFET)*. Juin 2026.

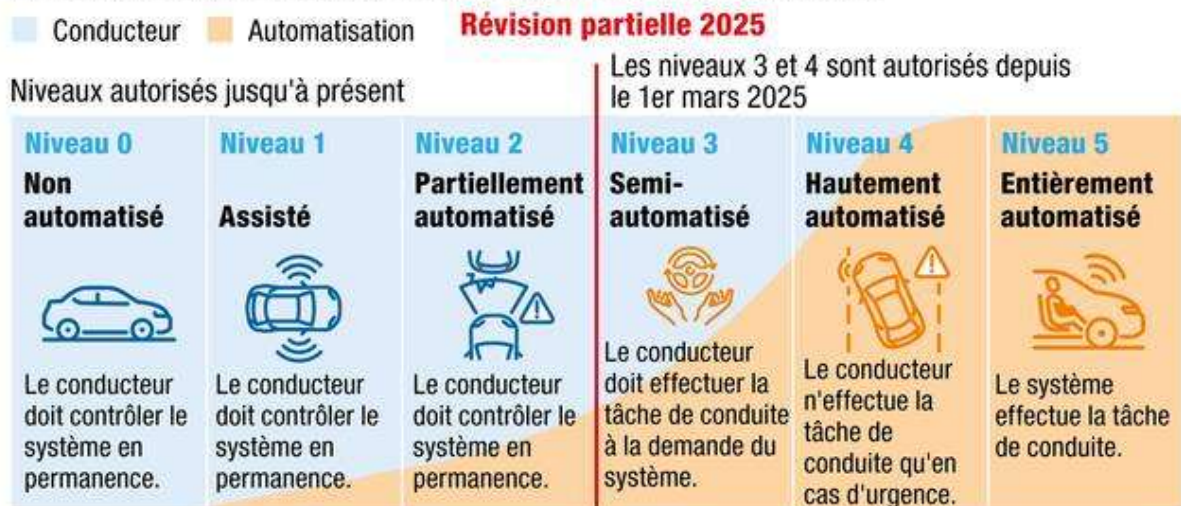
Lâchez le volant, le futur prend les commandes

En 1977, une équipe japonaise du laboratoire de Tsukuba fait rouler la première voiture capable de suivre, sur un circuit dédié, une voie de signalisation grâce à des capteurs optiques. Dix ans plus tard, le camion VaMoRs, développé par l'équipe de Ernst Dickmanns (Université de Munich) est le premier véhicule se déplaçant quasiment sans intervention humaine grâce à des caméras, des capteurs sur autoroute sans trafic à 100 km/h. Au début des années 2000, l'évolution technologique s'accélère avec l'émergence de la cartographie numérique, la connectivité (GPS, 4G, 5G), la détection d'obstacles, la prise de décision en temps réel avec l'intelligence artificielle.

La mobilité de demain s'est dessinée dès la fin des années 2010 en mettant en avant différentes caractéristiques dites "ACES" : Autonome, Connectée, Electrique, Partagée avec Services (CAR, 2018). En 2026, la convergence de ces transformations technologiques majeures a profondément modifié notre rapport à la voiture (voir Nicolai et Reyes, 2026). Pourtant, **malgré les annonces optimistes, le développement des véhicules autonomes n'a pas tenu ses promesses initiales, et leur arrivée sur le marché suit un rythme bien plus lent que prévu.**

Figure 1 - Les 6 niveaux d'autonomie du véhicule selon SAE International

Les niveaux d'automatisation de la conduite



Quelle: Darstellung Avenir Suisse; nach Astra und SAE © Blick Grafik

Source : <https://www.blick.ch/fr/suisse/conduite-autonome-lofrou-determinera-ce-qui-est-legal-au-volant-id21129506.html>

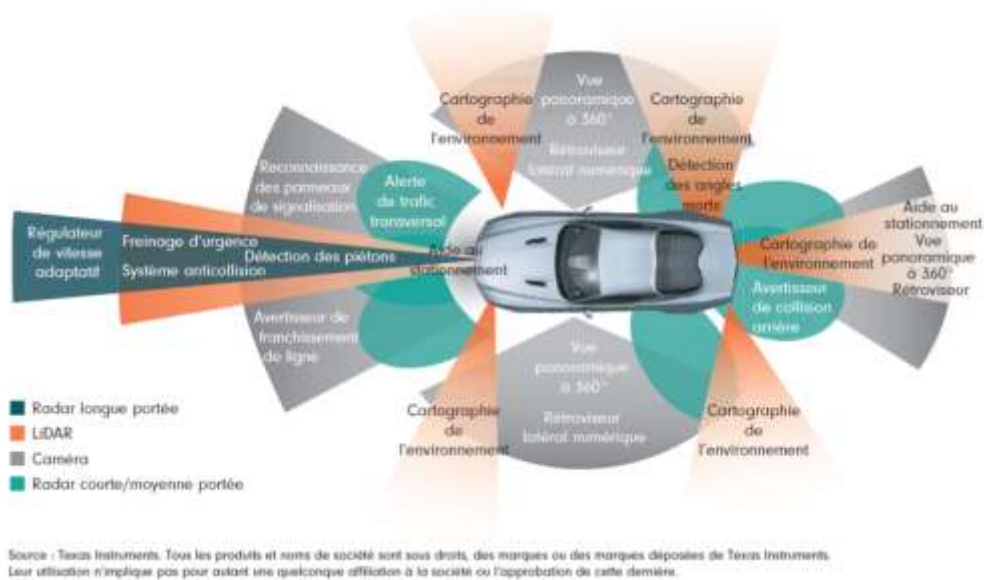
Une voiture est dite autonome lorsqu'elle roule sans conducteur ni opérateur de sécurité pour gérer la direction, l'accélération et le freinage sur la voie publique. Google et Tesla proposent dès 2010 des tests grandeur nature. Aujourd'hui, des entreprises comme Zoox (filiale d'Amazon) proposent des véhicules conçus spécialement pour ce service, sans volant ni conducteur humain. Il existe plusieurs niveaux d'autonomisation des véhicules dont certains sont déjà très courants et utilisés (5 niveaux définis par la Society of Automotive Engineers, 2025, et présentés dans la figure 1).

Comment ça marche ?

Un véhicule autonome est un véhicule connecté, équipé de systèmes de communication avancés (dont le Wi-Fi, la 4G/5G et des protocoles V2X) qui lui permettent de collecter, analyser des données en temps réel et communiquer avec son environnement (mise en réseau des données liées à l'environnement, le conducteur et le véhicule). Une voiture autonome est équipée de plusieurs dispositifs matériels (capteurs tels que caméras, radars, lidars, capteurs ultrasons, voir la figure 2) et de logiciels qui coopèrent automatiquement grâce à une intelligence artificielle : analyse des textes (panneaux de signalisation) et des images (environnement de la voiture, type de panneaux) ; prise de décision en fonction de l'environnement, du code de la route et de la sécurité ; et conduite à la place de l'Homme. Les informations collectées par les capteurs sont traitées par des ordinateurs embarqués puissants. Ces systèmes utilisent des algorithmes d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique pour interpréter les données (carte 3D de l'environnement, détection des objets à courte portée), prendre des décisions (sur la direction, la vitesse et la trajectoire du véhicule) et aussi de prédire l'intention des piétons ou des cyclistes plusieurs secondes à l'avance.

A ce jour, les systèmes des véhicules autonomes restent utilisés techniquement au Niveau 3 (L3 nécessitant une surveillance humaine) ou au Niveau 4 (L4 que nous appellerons véhicule automatisé limité à certaines zones cartographiées). Ils ne répondent pas encore à la définition stricte du Niveau 5 (par exemple, capacité à rouler sur une route de montagne enneigée sans GPS ni cartes HD). Cependant, des entreprises américaines et chinoises produisent déjà des véhicules sans aucun organe de commande (volant/pédales) qui sont testés sur des circuits reproduisant des conditions dégradées, mais qui ne sont pas encore autorisés à sortir de ces "zones" de test.

Figure 2 - Les principaux capteurs ADAS (Advanced Driver Assistance Systems)



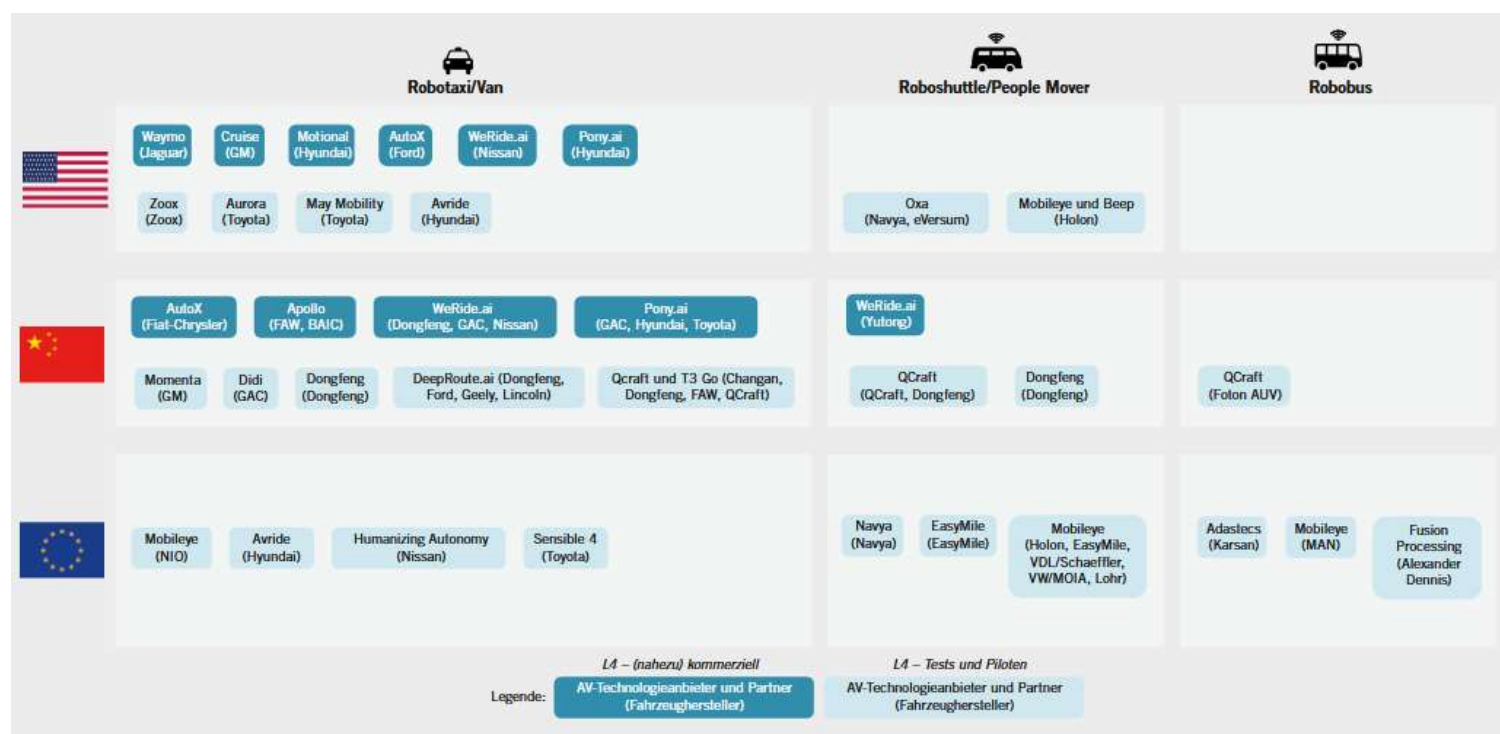
Source Texas Instruments, <https://www.investir.ch/app/uploads/2017-06-15-g1.png>

Ces véhicules automatisés sont de conception variée pour des objectifs de déplacement différents.

Le robotaxi est ainsi défini comme un véhicule automatisé de petite capacité, sans conducteur humain, conçu pour offrir un service de transport payant de passagers, généralement via une application mobile (ride-hailing). Il combine les technologies de la voiture autonome L4 et du service de taxi.

Voici, en figure 3, une typologie des véhicules automatisés produits par différents acteurs dans le monde.

Figure 3 - Une proposition de typologie de déploiement des véhicules automatisés



Source : Autoland im Mobilitätswandel, Livre blanc Mobility Pionners, U. Saint Gallens, 2024, https://imo.unisg.ch/wp-content/uploads/2024/10/Institute-of-Mobility_Whitepaper.pdf

Scénarios de déploiement des robotaxis aux Etats-Unis, Chine et Europe (fin 2025)

Les véhicules automatisés de niveau L4 sont déployés selon le schéma progressif suivant : définition d'une zone de démonstration limitée, extension par phases, puis levée graduelle des restrictions (suppression du conducteur de sécurité, autorisation de la recharge autonome) avant l'ouverture au public. Mais si ce processus suit toujours le même schéma, **les orientations de déploiement sont différentes selon les pays en raison des cadres réglementaires et de la culture du risque.**

Ainsi aux Etats-Unis, les entreprises proposant le service de robotaxi testent à vide pour passer très rapidement à la phase de développement commercial. Waymo (filiale d'Alphabet/Google) domine le marché grâce à une stratégie de déploiement méthodique et une forte présence notamment en Californie, Arizona et Texas. Les robotaxis Waymo sont des véhicules adaptés (lidars, capteurs) offrant des services hauts de gamme (Jaguar) et des prestations de sécurité élevées (validée par des données kilométriques très nombreuses) pour satisfaire la demande.

L'objectif de Waymo est de déployer le plus rapidement ce service payant à de nouvelles villes. Zoox (Amazon) utilise des véhicules conçus spécialement pour le robotaxi, sans volant ni pédales avec une phase initiale réservée aux employés pour après ouvrir au public. Uber prévoit de déployer rapidement 100 000 robotaxis et a lancé Uber Autonomous Solutions pour étendre ses opérations.

En Chine, le déploiement est réalisé à une échelle massive pour collecter des données urbaines. Les autorités chinoises facilitent les tests et l'homologation, avec des zones dédiées afin de limiter les risques et de garantir un environnement sécurisé. Puis rapidement, le déploiement est étendu vers des opérations commerciales à grande échelle, avec des partenariats locaux et internationaux. L'objectif est de transformer la mobilité urbaine en Chine en exploitant le nombre élevé de passagers, la taille croissante des flottes de véhicules et l'ampleur des expérimentations pour accélérer l'adoption des robotaxis mais aussi de navettes voire de bus automatisés. Grâce à ces leviers, il devient possible de réduire significativement les coûts par kilomètre grâce à l'échelle, tout en répondant à une forte demande de transport. Cette approche permet un déploiement rapide et massifié, positionnant la Chine comme un leader mondial dans ce domaine. Pony.ai, créé en 2016, a ainsi atteint le seuil de rentabilité par véhicule à l'échelle de la ville de Guangzhou dès le troisième trimestre 2025 (première entreprise à devenir rentable sur le marché des robotaxis pour un revenu par véhicule Gen-7 par jour de 299 yuans à Guangzhou). Il offre des services commerciaux dans des déploiements à grande échelle de robotaxis à Beijing, Shanghai et Shenzhen. Le modèle chinois est également porté par d'autres géants comme Baidu (Apollo Go)¹. CaoCao, enfin, service VTC, dévoile sa stratégie « 100 villes, 100 milliards en 10 ans » pour les robotaxis.

Enfin, en Europe, le déploiement est vu comme étant beaucoup plus sécuritaire et normatif. Si plus de 12 villes aux États-Unis et en Chine ont déployé à ce jour des robotaxis commerciaux à grande échelle, aucun lancement n'est effectif à cette échelle. Les acteurs européens accusent un retard dans le développement des véhicules autonomes, et la réglementation freine leurs opérations de déploiement. L'Europe prévoit un cadre réglementaire (Règlement UE 2022/1426) pour l'homologation des véhicules automatisés qui est décliné en droits nationaux. Puis les véhicules L4 sont déployés dans des zones précises (ou Operational Design Domain²) et avec, pour l'instant, des conducteurs de sécurité présents dans les véhicules. La spécificité européenne est la volonté de privilégier des véhicules L4 qui seraient proposés par

¹ Baidu possède la plus grande flotte du monde (plus de 20 millions de courses cumulées fin 2025) et sur une seule ville comme Wuhan, l'entreprise a atteint le point d'équilibre en 2025 du fait d'un déploiement à très grande échelle.

² ODD (Operational Design Domain) : "manuel d'utilisation" géographique et environnemental, des infrastructures, de vitesse de l'intelligence artificielle du véhicule lui permettant de fonctionner en toute sécurité.

les transports publics avec une capacité de navette et moins de robotaxi. L'ambition en 2026 est de déployer à grande échelle des projets de navette automatisée et de s'engager à fournir des infrastructures numériques et physiques adaptées au marché européen. Contrairement au modèle américain centré sur des flottes privées spécialisées, l'Europe privilégie une vision systémique avec le déploiement de plateformes capables d'orchestrer en temps réel une mobilité hybride, transformant le véhicule autonome en un service polyvalent qui désenclave les zones périurbaines tout en rentabilisant les trajets par le transport simultané de colis et de personnes. La figure 4 compare les scénarios nationaux :

Figure 4 - Stratégies de déploiement des robotaxis selon les trois principaux acteurs

Caractéristiques	Etats-Unis	Chine	Europe
Moteur principal	Entreprises privées ; Capital risque	Etat ; champions nationaux	Réglementation et sécurité routière
Zones déploiement	Toujours plus de villes visées. Waymo prévoit d'étendre son service de robotaxis à plus de 20 villes en 2026.	Croissance exponentielle des flottes véhicules avec extension rapide géographique. Baidu Apollo et WeRide, ciblent le Moyen-Orient et l'Europe pour leur expansion en 2026.	Projets pilotes et ODD Vision systémique pour déployer à grande échelle et modularité passagers/fret en 2026
Accès usagers	Usage commercial payant	Tarification dynamique intégrée aux applis de mobilité	Expérimental gratuit ou au tarif transport public
Présence du conducteur de sécurité	Retrait très rapide	Retrait progressif en fonction des kms parcourus	Toujours présent dans les expérimentations actuelles
Souveraineté et protection données	Les données sont principalement la propriété des grandes entreprises technologiques	La donnée est une ressource stratégique nationale	RGPD et protection des données

Source : Synthèse préparée par les auteurs.

Impacts du véhicule autonome

Le déploiement des véhicules autonomes repose sur une qualité de services déployés permettant de changer les comportements d'autosolisme pour adopter ces innovations.

L'évaluation des services de robotaxis s'inscrit dans le cadre de l'évaluation socio-économique (ESE), aussi appelée analyse coût-bénéfice (voir Quinet, 2025). Cette approche vise à mesurer l'intérêt collectif d'une innovation en examinant ses effets sur l'ensemble des acteurs concernés. Dans ce contexte, l'introduction de véhicules autonomes peut produire à la fois des avantages et des inconvénients pour les usagers. Ces effets se traduisent notamment par une variation du surplus des consommateurs, c'est-à-dire par une modification de leur niveau de bien-être liée à l'apparition de ce nouveau service de mobilité. **Les Véhicules Autonomes (VA) seraient plus sûrs, permettraient de réaliser d'autres tâches durant le trajet et seraient moins chers à opérer qu'un véhicule conventionnel, en contrepartie, ils seraient plus chers à l'achat et exposés à des risques de cyberattaques.**

Pour les usagers, plusieurs facteurs peuvent influencer ce surplus. Le premier concerne le temps de déplacement. En économie des transports, le temps est considéré comme une ressource rare, dont la valeur est exprimée sous forme monétaire à travers la valeur du temps (Value of Time, voir Blayac et Stéphan, 2025). Avec l'arrivée des robotaxis, la nature du temps de trajet pourrait évoluer (Fosgerau, 2018). Aujourd'hui, conduire est généralement perçu comme une contrainte, qui mobilise l'attention du conducteur et limite les autres activités. Un véhicule autonome permettrait au contraire de consacrer ce temps à d'autres usages, comme lire, travailler ou se divertir. Le trajet pourrait ainsi être perçu comme moins pénible et plus utile, ce qui tendrait à réduire la valeur attribuée au temps passé en déplacement. Ces effets ne seraient toutefois pas identiques partout. Dans les territoires périphériques, où l'éloignement entre les lieux d'habitation et les zones d'emploi peut compliquer l'accès à la mobilité, les robotaxis pourraient améliorer l'accessibilité et réduire certains temps d'attente. À l'inverse, dans les zones urbaines très denses, leur développement pourrait accentuer la congestion routière et donc augmenter les pertes de temps liées au trafic.

Le coût de la mobilité constitue un autre élément important. Le développement des robotaxis s'inscrit dans une évolution plus large qui voit passer la mobilité d'un modèle de possession à un modèle de service. Dans ce cadre, les usagers n'ont plus besoin d'acheter et de posséder un véhicule, ce qui supprime une partie des coûts fixes associés à la voiture individuelle. En revanche, chaque déplacement est payé directement, ce qui peut augmenter le coût marginal perçu pour chaque trajet. Dans le cas d'une voiture personnelle, le prix d'achat est souvent

considéré comme un coût déjà engagé (*sunk cost*), ce qui peut donner l'impression que chaque déplacement supplémentaire coûte relativement peu. Avec un service de robotaxis, le coût de chaque trajet est plus visible et peut donc constituer une nouvelle forme de contrainte économique pour certains usagers. En 2026, les prix des courses de robotaxis recensées aux USA font état de tarifs supérieurs à ceux des VTC. Pour un opérateur de transport, l'économie du poste de conducteur pourrait permettre de déployer des services dans des zones précédemment non-rentable. Cela pourrait permettre de désenclaver des territoires dans lesquels peu d'alternatives à la voiture existent.

La question de la sécurité est également un des principaux arguments mobilisés par les développeurs de ce nouveau mode de transport. Les véhicules autonomes pourraient contribuer à réduire le nombre d'accidents de la route, ce qui représenterait un bénéfice collectif important. Toutefois, l'évaluation de ces gains dépend aussi de choix politiques et sociaux. La valeur attribuée à la vie humaine et le niveau de risque jugé acceptable sont en effet déterminés par les pouvoirs publics. Dans ce contexte, **les décideurs doivent arbitrer entre la promesse d'une conduite automatisée potentiellement plus sûre et la perception sociale des accidents impliquant des technologies autonomes, qui peuvent être jugés différemment des erreurs humaines.** Par ailleurs, certains débats théoriques, comme celui du « *trolley problem* » (Geisslinger et al., 2021), une expérience de pensée éthique qui met en situation d'arbitrage un conducteur de tramway hors de contrôle, restent pour l'instant assez éloignés des réalités techniques. Les systèmes actuels de perception et de reconnaissance d'images ne permettent pas encore de modéliser ce type de situations.

Au-delà de ces aspects économiques et sécuritaires, **l'adoption des robotaxis dépendra aussi de leur acceptabilité sociale.** Les décisions d'usage ne reposent pas uniquement sur des critères rationnels, mais également sur des facteurs psychologiques et sociaux. Selon les modèles d'acceptation des technologies (voir Nordhoff et al., 2019, pour une application pour les véhicules autonomes), l'intention d'utiliser une technologie dépend notamment de plusieurs variables propres aux individus, à l'innovation mais également au contexte macro-économique. Les déterminants des individus pour l'usage du VA sont la perception écologique du véhicule, la technophilie, les usages de mobilité et le niveau d'étude. Autrement dit, les usagers seront d'autant plus enclins à adopter les robotaxis s'ils considèrent ce service comme utile, simple à utiliser et socialement accepté. Les effets d'imitation jouent également un rôle important : lorsque l'entourage adopte un nouveau service de mobilité, cela peut encourager d'autres personnes à l'essayer. L'expérience directe est également déterminante, car la perception d'un

service évolue souvent positivement après l'avoir testé. Enfin, la qualité du service reste essentielle avec des services ou des gains attendus en termes de temps qui sont importants pour l'utilisateur. Le prix ne suffit pas à lui seul à garantir l'adoption : la fiabilité, la régularité et la disponibilité du service sont tout aussi importantes pour instaurer la confiance des usagers.

Enfin, l'impact environnemental des véhicules autonomes est une variable importante à relever, même s'il est plus difficile à évaluer, car il dépend fortement des comportements d'usage et des effets indirects qu'ils peuvent générer. D'un côté, à distance égale, un véhicule autonome pourrait consommer moins d'énergie qu'un véhicule conventionnel grâce à une conduite plus régulière et plus optimisée. De l'autre, ces véhicules nécessitent davantage de capteurs, de composants électroniques et de matières premières, ce qui augmente leur impact environnemental lors des phases de fabrication et de fin de vie. L'empreinte écologique de la fonction connectivité est très importante et pour l'instant peu intégrée dans les évaluations environnementales globales.

Les effets environnementaux dépendent également des reports modaux que ces services peuvent entraîner. **Selon les territoires, les utilisateurs de robotaxis pourraient être d'anciens usagers des transports en commun, de la marche, du vélo ou de la voiture individuelle.** Si les robotaxis remplacent principalement des trajets auparavant réalisés en voiture thermique, les émissions pourraient diminuer. En revanche, si une partie importante des usagers abandonne des modes de transport peu carbonés, comme la marche, le vélo ou les transports collectifs, l'impact environnemental pourrait devenir négatif. Le bilan serait également défavorable dans un scénario où les robotaxis remplaceraient surtout des trajets déjà effectués en voiture électrique car les robotaxis parcoureraient des kilomètres à vide.

Enfin, **l'apparition de ce nouveau mode de transport peut provoquer un effet rebond** (Laroche, 2025). L'ajout d'une nouvelle option de mobilité tend souvent à générer de la demande supplémentaire. Si le coût global du déplacement, en termes de temps perçu et de coût monétaire, diminue fortement, certains trajets qui n'étaient auparavant pas réalisés pourraient devenir attractifs. Cette augmentation de la demande totale de mobilité pourrait alors entraîner une hausse de la consommation d'énergie et réduire les gains environnementaux attendus. À plus long terme, les robotaxis pourraient également influencer l'organisation des territoires. En facilitant les déplacements sur de plus longues distances, ils pourraient encourager l'étalement urbain et renforcer la tendance à l'éloignement entre les lieux de résidence et les centres d'emploi (voir Nicolai et Reyes, 2026).

Conclusions

En définitive, le développement des robotaxis dépendra largement des politiques publiques mises en place pour accompagner leur déploiement. Un ensemble cohérent de mesures sera nécessaire afin de tirer parti des gains potentiels pour les usagers, notamment en matière d'accessibilité et de confort, tout en limitant les effets négatifs possibles sur la congestion, l'environnement et l'organisation des territoires.

Références bibliographiques

- Blayac Thierry, Stéphan Maïté (2025). Valeur du temps en économie des transports. Encyclopédie en ligne de l'Association Française d'Economie des Transports (AFET). Septembre 2025.
- Center for Automotive Research (2018). Impact of ACES Vehicles on Design, Materials, Manufacturing, and Business Models
- Fosgerau M. (2018). Automation and the value of time in passenger transportation. OECD/ITF 25-26 September 2018. : <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/repositories/automation-value-of-time-passenger-transportation-fosgerau.pdf>
- Geisslinger, M., Poszler, F., Betz, J. et al. (2021). Autonomous Driving Ethics: from Trolley Problem to Ethics of Risk. *Philos. Technol.* 34, 1033–1055. <https://doi.org/10.1007/s13347-021-00449-4>
- Laroche F. (2025). De la Sobriété en économie des transports et plus généralement. Encyclopédie en ligne de l'Association Française d'Economie des Transports (AFET). Septembre 2025.
- Nicolaï I., Reyes M. (2026). Les nouvelles mobilités pour les transports de voyageurs dans les territoires de demain : définitions, enjeux et pistes d'action. *Encyclopédie en ligne de l'Association Française d'Economie des Transports (AFET)*. Juin 2026.
- Nordhoff, S., Kyriakidis, M., van Arem, B. and Happee, R. (2019). A multi-level model on automated vehicle acceptance (MAVA): a review-based study. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 20 (6), 682–710. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2019.1621406>
- Quinet E. (2025). L'analyse coût-bénéfice appliquée aux transports. *Encyclopédie en ligne de l'Association Française d'Economie des Transports (AFET)*. Septembre 2025.
- SAE International Information Report (2025). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Cooperative Driving Automation for On-Road Motor Vehicles, SAE Standard J3216_202504, Revised April 2025, Issued May 2020, https://doi.org/10.4271/J3216_202504.