

Véhicule Autonome

Cette fiche n'a pas vocation à être exhaustive. Elle a pour but de contribuer à la connaissance du sujet et à questionner son lecteur.

Dans les années à venir, la notion de conduite pourrait être amenée à évoluer avec l'introduction du véhicule autonome, véritable révolution qui suscite déjà de nombreuses interrogations.

Les constructeurs automobiles ainsi que les grands du web s'activent à développer les technologies nécessaires pour voir apparaître d'ici à 10 ans les véhicules autonomes dans notre environnement. L'avancée technique semble en plein essor, néanmoins un travail important est à mener sur la réglementation et la responsabilité pour accompagner cette technologie.

Le véhicule autonome se prévaut de divers avantages au niveau du confort, de la sécurité, de l'accessibilité du territoire, de la fluidité du trafic. Il se veut toujours plus proche de son utilisateur pour l'accompagner dans son déplacement.

Définition : qu'est ce qu'un véhicule autonome ?

Un véhicule autonome est un véhicule (voiture, poids-lourd, navette....) équipé d'un système de pilotage automatique qui lui permet de rouler sans l'intervention d'un être humain dans des conditions réelles de circulation.

Ce système automatisé fonctionne grâce à la présence de divers capteurs (caméras, lasers, radars) qui ont pour but de modéliser l'environnement en trois dimensions permettant ainsi d'identifier les éléments de la route : marquage au sol, véhicules, panneaux de signalisation, piétons, cyclistes.... Grâce à ces technologies, le véhicule peut faire toutes les manœuvres nécessaires et amener des passagers à leur destination tout en respectant les règles de circulation et en évitant les obstacles.

Dans l'air du temps : les technologies testées ?

Les prémices du véhicule autonome remontent aux années 70, les premiers tests ayant été réalisés à cette époque au Japon. Par la suite, plusieurs laboratoires universitaires de différents pays ont fait évoluer les premiers prototypes. C'est au cours des années 2000 que la technologie s'est nettement accélérée.

L'ensemble de ces diverses technologies testées autour du véhicule a fait émerger une classification sur l'autonomisation des véhicules. Actuellement, deux référentiels existent, un premier imaginé par l'agence fédérale américaine NHTSA¹ pour qualifier le niveau (de 0 à 4) de prise en charge de la conduite par les logiciels de pilotage automatique des véhicules et un second imaginé en Europe par l'OICA² à 6 échelons (de 0 à 5) qui subdivise le niveau 3 américain en 2.

1 National Highway Traffic Safety Administration, agence fédérale américaine chargée de définir et de faire appliquer les recommandations techniques pour les infrastructures routières et les véhicules.

2 Organisation Internationale des Constructeurs Automobiles

En se basant sur le référentiel européen, les échelons sur l'autonomisation du véhicule sont les suivants :

- **Niveau 0** : le conducteur a le contrôle global sur les fonctions du véhicule (freins, direction, accélération, ...). Le véhicule peut tout de même disposer de certaines technologies pour assister le conducteur, comme les mécanismes d'avertissement.
 - Ex : signal sonore de franchissement de ligne, radar de recul, capteur de pluie...
- **Niveau 1** : le véhicule peut effectuer une partie du guidage (longitudinale ou transversale) sous le contrôle du conducteur qui supervise en permanence le système.
 - Ex : régulateur de vitesse adaptatif. Ce système tient compte du trafic en détectant les véhicules qui le précèdent et adapte ainsi la vitesse sans intervention du conducteur.
- **Niveau 2** : le conducteur supervise une tâche demandée au véhicule. Il a la possibilité d'intervenir à tout moment pour reprendre la main sur la trajectoire de ce dernier. En cas d'accident, le conducteur est entièrement responsable du défaut du système.
 - Ex : City Park Remote de PSA. Assistance aux manœuvres de stationnement sous la supervision du conducteur via un smartphone.



City Park Remote – Groupe PSA

- **Niveau 3** : le conducteur peut déléguer une partie de sa conduite sur les 2 dimensions de guidage (longitudinale et transversale). Néanmoins il doit toujours être en mesure de reprendre le contrôle de la conduite si les conditions l'exigent.
 - Ex : conduite basse-vitesse dans les embouteillages



Cruise 4U – Valeo

- **Niveau 4** : le véhicule est capable de rouler de manière autonome sans avoir la présence d'un conducteur. Le système est activé par une demande du conducteur (à distance).
 - Ex : Valet Parking. Le véhicule se déplace et se gare sans présence du chauffeur.
- **Niveau 5** : le véhicule est un système entièrement autonome. La personne s'installe dans ce véhicule en tant que passager et indique sa destination.
 - Ex : véhicule créé par Google "Google Car".

Intérêt futur du véhicule autonome : pour quels usages ?

Les premiers véhicules qui ont bénéficié de ces nouvelles technologies sont les voitures particulières et depuis quelques années cette autonomie arrive sur les autres modes de transports : navette, bus, camion, moto...

L'arrivée de ces nouveaux équipements embarqués change la conception même du véhicule.

Plus précisément, les usages attendus pour la voiture particulière et les navettes sont les suivants :

Voiture autonome

- Libérer du temps pour permettre à l'utilisateur de la voiture de faire une activité autre que la conduite pendant son déplacement (repos, loisirs, travail...).
- Améliorer le confort et réduire les contraintes occasionnées actuellement pour les utilisateurs de véhicules : fatigue, problématique des embouteillages ou de la recherche de place de stationnement...
- Navigation optimisée par la géolocalisation.
- Optimiser les vitesses et ainsi réduire les émissions de gaz à effet de serre des véhicules.
- Rendre plus accessible le déplacement aux personnes à mobilité réduite, aux personnes âgées et autres publics pour qui la conduite peut être un frein.
- Améliorer la sécurité des déplacements via un comportement optimisé de la machine (palliatif des erreurs de conduite, défauts de vigilance de l'homme).
- Améliorer la fluidité du trafic, réduire la place occupée dans l'espace public et le besoin en infrastructures routières.
- Partager des voitures en ville et réduire la place de la voiture individuelle.



Google car – Source : Supinfo

Navette autonome (service public)

- Desservir les zones où le transport public actuel ne peut se situer pour des raisons économiques ou autres, telles que les zones rurales, les derniers km.
- Circuler à des horaires où les transports publics ne sont pas présents.
- Réaliser la desserte du dernier km, des campus universitaires, des centres hospitaliers...



Navette autonome – RATP

- Gagner en précision sur des manœuvres plus complexes (favoriser la longévité du matériel).
- Exemple des navettes RATP³ : vitesse de circulation à 20km/h (pouvant aller jusqu'à 40 km/h), accueil d'environ douze personnes et autonomie allant de 6h à 14h (rechargement sur une période allant de 5h à 8h).

Cette technologie est de nature à améliorer la sécurité des déplacements. En effet les systèmes sont estimés plus rapides et plus fiables que l'homme sur son temps de réaction et ne sont pas soumis aux mêmes risques de dégradation de leurs facultés (effet de la fatigue, de la prise de médicaments, etc). La communication entre véhicules permettra de fluidifier le trafic et de réduire les périodes de congestions.

Les freins : quelles sont les difficultés rencontrées ?

Les limites techniques

Les techniques développées actuellement cherchent à identifier l'ensemble des éléments constitutifs de l'environnement dans lequel le véhicule sera amené à circuler. La complexité est prouvée pour les milieux urbains où tous les modes sont en interaction permanente (vélo, piéton, bus...). Actuellement, dans 99% des cas, le trafic est trop complexe pour l'utilisation du système de conduite autonome. Les technologies doivent être consolidées et testées pour optimiser la perception de l'environnement par le véhicule autonome afin d'améliorer encore la sécurité et la protection des usagers et des tiers. Plusieurs questionnements sur l'avenir du véhicule autonome devront trouver leurs réponses notamment sur la fiabilité électronique, le coût de la réparation, la formation du personnel sur les nouveaux systèmes, la cohabitation avec les voitures classiques, ...

Les applications informatiques embarquées deviennent un élément essentiel du véhicule. Néanmoins des doubles emplois apparaissent avec les applications Smartphone. Pour certaines applications, l'utilisation d'un Smartphone semblerait plus pertinente que de développer des équipements embarqués et serait plus économique à l'achat pour l'utilisateur ainsi que pour le constructeur au niveau du développement.

Les limites réglementaires

La circulation routière est régulée depuis 1986 par la convention de Vienne qui, dans son texte, impose au conducteur d'avoir les deux mains sur le volant et d'être maître de son véhicule en toutes circonstances. En mars 2016, la commission économique pour l'Europe des Nations Unies (UNECE) a apporté une révision à cette convention pour permettre la circulation des véhicules autonomes. La commission précise que " les systèmes de conduite automatisée seront explicitement autorisés sur les routes, à condition qu'ils soient conformes aux règlements des Nations Unies (ONU) sur les véhicules, ou qu'ils puissent être contrôlés voire désactivés par le conducteur".

L'ONU est en train de préparer une réglementation importante qui dressera la liste des systèmes autonomes autorisés, notamment ceux pouvant prendre la main sur le véhicule sous le contrôle permanent du conducteur (comme par exemple : le système veillant au maintien de la trajectoire, la fonction autopilote sur autoroute, l'assistance aux manœuvres de stationnement).

L'autorisation pour le véhicule totalement autonome devra attendre encore quelques années.

De plus, cette innovation se confronte à la réglementation sur la permission de conduire : autorisation sur quels types de voies ? Avec quel type de permis ?

Les obstacles juridiques

Des interrogations se posent en termes d'assurance des risques et de la responsabilité. En cas d'accident, qui est responsable ? Le conducteur ? Le propriétaire ? Le constructeur ?

Cette étape marque la limite juridique actuelle, la responsabilité ne pouvant pas être transférée à une

³ Régie autonome des Transports à Paris et en Île-de-France assure l'exploitation d'une partie des transports en commun de Paris et de sa banlieue.

machine.

Les limites de sûreté

Ces nouvelles technologies amènent aussi des questionnements sur la sécurisation des systèmes, comme notamment la prise de contrôle du véhicule à distance. La question de la cybersécurité est un enjeu majeur dans le développement du véhicule autonome. La cybersécurité fait partie des plans stratégiques de l'industrie du futur et intègre désormais le secteur automobile.

Les obstacles économiques, humains et sociaux

Le coût d'un véhicule autonome est estimé entre 5 000 à 10 000 € plus cher qu'un véhicule classique d'ici à 10 ans. Pour les usagers, ce coût pourra être une barrière non négligeable.

Le véhicule autonome devra également être réparé et maintenu par des personnes qui devront être formées sur ces technologies nouvelles. Il est difficile aujourd'hui d'estimer le coût d'entretien de ces véhicules.

La réflexion sur l'apprentissage et la maîtrise de la conduite sera à définir ainsi que, plus globalement, celle sur la manière dont l'homme va interagir avec le véhicule autonome.

Une étude⁴ a soulevé la problématique de l'accident qui ne peut être évité : quels seront les paramètres de l'algorithme implémenté au véhicule face à une situation complexe ? Assurer au maximum la sécurité du passager ou celle des personnes situées à l'extérieur (ex : piétons)

Sur l'aspect de l'acceptabilité sociale des véhicules autonomes, l'avancée technologique fera émerger d'autres questionnements.

La question de l'augmentation de la circulation automobile a également été soulevée par certains spécialistes. Pourquoi quelqu'un paierait-il cher un stationnement en centre-ville alors qu'il peut demander à son véhicule de retourner se garer seul à son domicile ? Le véhicule autonome permettra également l'utilisation de façon autonome de véhicule par des enfants n'ayant pas le permis ou par des personnes âgées ne pouvant plus conduire.

Certains réclament ainsi plus de place et d'investissements pour les modes alternatifs à la voiture plutôt que pour les véhicules autonomes⁵.

Tableau synoptique

	Utilisateur	Collectivité	Entreprise
Avantages potentiels (Liste non exhaustive)	Gain en confort et sécurité (le véhicule pourra gérer les manœuvres, les périodes de congestion et autres situations). Rentabilisation des temps de trajet (possibilité de faire une autre activité pendant le déplacement). Création de nouveaux moyens de déplacement . Réduction du coût d'usage (économie 10% d'essence)	Proposition d'une offre de déplacement pour les zones non couvertes par le réseau de transport en commun. Gain en sécurité (diminution du nombre d'accidents). Réduction des coûts d'exploitation (Bus : un seul employé pour superviser le bon fonctionnement du service à distance). Diminution de la pollution . Réduction de l'occupation de l'espace public	Développement des services liés à l'autopartage (d'une gestion d'un parc automobile à une communauté de conducteurs). Nouveaux partenariats constructeurs automobiles et géants du web. Développement de nouvelles technologies (capteurs, caméras,...).

4 The social dilemma of autonomous vehicles, Jean-François Bonnefon, Azim Shariff and Iyad Rahwan, Science, 24 juin 2016 : [Autonomous Vehicles Need Experimental Ethics : Are We Ready for Utilitarian Cars](#)

5 Exemple d'un tweet du compte de l'université d'Amsterdam dont le sujet est la planification de réseaux cyclables : [Instead of driverless cars, we desperately need more carless drivers !](#)

Risques potentiels (Liste non exhaustive)	Responsabilité en cas d'accident (la réglementation n'a pas statué pour le moment sur cette question) Perte de compétence (difficulté en cas de nécessité de reprendre un véhicule classique) Augmentation du coût d'achat et d'entretien et effet rebond (augmentation des kilomètres parcourus, notamment à vide)	Renforcement de l'étalement urbain (temps de trajet mis à profit donc moins dissuasif) Augmentation de la congestion (possibilité de voitures roulant sans passager) Diminution de l'usage des transports collectifs (temps de déplacement voiture utilisable et pas de nécessité d'avoir le permis de conduire)	Perte de valeur pour les constructeurs automobiles (les développeurs du système de conduite captent une grande partie de la valeur totale) Baisse très forte des ventes en volume (dans l'hypothèse où les véhicules autonomes sont principalement utilisés dans le cadre de systèmes d'autopartage)
---	--	---	---

Les leviers : quels développements et perspectives ?

Cette technologie est en plein essor et de nombreux industriels et chercheurs s'activent sur la fiabilisation de ces véhicules autonomes par, notamment, la création de nouveaux capteurs capables de fonctionner dans tout type de situation.

Depuis une dizaine d'années, ces véhicules (voiture, navette, camion...) sont testés dans le monde et laissent présager un bel avenir au véhicule autonome. En France, les tests sur les navettes autonomes ont montré qu'elles sont capables de s'adapter en temps réel à leur environnement, en évitant les obstacles et en tenant compte du trafic. Par exemple, lorsque des piétons ou des cyclistes traversent la rue, la navette les repère à plusieurs dizaines de mètres et freine pour éviter tout risque de collision.



Navette autonome à La Rochelle 2014-2015

En France

Les récentes orientations stratégiques pour l'action publique en matière de développement des véhicules autonomes ont été définies dans le cadre de la stratégie nationale pour le développement du véhicule autonome présentée le 14 mai 2018. Un rapport a été produit définissant le cadre de cette stratégie s'axant autour de 5 grands axes. Le premier concerne la cohérence entre usages et territoires mettant en exergue les limites entre transport individuel et collectif. Le deuxième axe aborde la sécurité de ces systèmes sous différents volets : la sécurité routière, la cyber-sécurité, la protection des données individuelles. L'acceptabilité du développement du véhicule automatisé est abordé en troisième axe. L'action publique cible également son approche sur les retombées positives pour l'activité des territoires : l'angle de la compétitivité et de l'emploi constitue le quatrième axe. Le dernier axe ouvre sur la coopération européenne et internationale comme force pour le développement de technologies sûres et interopérables correspondant aux besoins des usagers. De ces axes s'ensuivent des actions prioritaires permettant de donner un plan d'action pour les quatre prochaines années. Il est envisagé pour 2020 d'introduire des services de transports publics autonomes supervisés et des véhicules automatisés de niveau 3 (sécurisé) dans la circulation. À l'horizon 2022, il est projeté la mise en circulation des véhicules automatisés de niveau 4 et le développement des cas d'usage de logistique et de fret automatisé.

Les premières actions pour les systèmes de transports intelligents ont été initiées en 2010 par la directive 2010/40 et les actes délégués pour leur développement. Au cours des années 2015 et 2016, la loi 2015-992 et l'ordonnance 2016-1057 autorisant la circulation de véhicules autonomes, sur la voie publique, à des fins d'expérimentations, ont été adoptées par le conseil des ministres. L'objectif du conseil des ministres est que " la France soit reconnue comme une terre d'expérimentation du véhicule autonome, un centre d'excellence de l'intelligence embarquée et un leader en sécurité des systèmes complexes, afin de préparer les nouvelles mobilités de demain".

Des initiatives ont été lancées sur le territoire français, notamment des tests sur les navettes autonomes ont été réalisés dans plusieurs villes (Paris, La Rochelle, Lyon...). Entre 2014 et 2015, La Rochelle a testé des navettes autonomes sur un site propre sans circulation. Le bilan de cette expérimentation a été très positif, et la ville espère renouveler l'expérience en participant au projet européen CityMobil3⁶. Les navettes autonomes sont développées par plusieurs constructeurs français : Naya, EasyMile, Local Motors. Depuis le 15 novembre 2018, Rennes Métropole est la première collectivité à tester un service de navettes autonomes inclus dans le réseau de transports collectifs.

L'institut pour la transition écologique Vedecom, créé en 2014, travaille sur le sujet du véhicule à conduite déléguée. Il vise à développer l'autonomisation des véhicules de niveaux 4 et 5 précédemment définis. Il souhaite apporter des réponses sur des thèmes liés à la localisation, la cartographie, la perception de l'environnement, la fusion des données, la planification des trajectoires et l'optimisation du contrôle des véhicules.

Plusieurs mesures concernant le développement des véhicules autonomes sont prévues dans le projet de loi d'orientation des mobilités. Le gouvernement pourra modifier la réglementation de façon à autoriser, sous certaines conditions à définir, la circulation de véhicules dont la conduite est partiellement ou totalement déléguée à un système automatisé. Par ailleurs, il est prévu d'autoriser la collecte de données de véhicules connectés à conduite manuelle pour améliorer les systèmes de conduite automatique.

Dans le monde

Sur le déploiement du véhicule autonome, les États-Unis ont déjà expérimenté plusieurs prototypes. Une Google car (véhicule autonome) a déjà parcouru plus d'1 million de km dans les états du Nevada et de la Californie. La législation bloque encore la sortie de ces prototypes des circuits expérimentaux. D'autres tests sont réalisés en Allemagne, au Royaume-Uni et en Suède permettant ainsi d'évaluer la fiabilité de ces futurs véhicules dans notre environnement actuel.

Les grands du web se positionnent sur différentes spécificités de cette technologie. Google a pour objectif d'accumuler de la donnée et de rôder ses algorithmes en intelligence artificielle pour devenir incontournable sur cet aspect et exploiter des données de circulation et de trajets pour ses autres applications. TomTom HD map souhaite être un opérateur de cartographie pour intégrer la conduite autonome en permettant aux véhicules de se positionner précisément sur la route. Apple souhaite conserver les automobilistes dans l'environnement de son operating system (Mac OS) ⁷. Les enjeux pour Uber sont de développer des nouveaux services à la mobilité, le carsharing⁸, le véhicule de tourisme avec chauffeur (VTC), et de se lancer dans l'aventure des véhicules sans chauffeur (100% autonome).

Plusieurs constructeurs automobiles (Mercedes, Nissan, BMW, Tesla, Volvo, Volkswagen, Ford, ...) se sont lancés dans la création d'un véhicule 100% autonome tandis que d'autres constructeurs (Audi, ...) visent des systèmes semi-automatiques.

Au salon de Genève de mars 2017, Volkswagen a dévoilé une voiture expérimentale automatisée nommée "Sedric". Ce véhicule n'a ni volant, ni pédale, ni tableau de bord, il peut être contrôlé par la

6 Projet européen de recherche et développement autour des systèmes de transport public automatisés.

7 Système d'exploitation à interface graphique développé par Apple pour équiper les ordinateurs qu'il construit.

8 Service de partage de voiture qui offre aux conducteurs la possibilité de louer une voiture à l'heure ou au jour.

voix, mais aussi par un smartphone. Le pare-brise connecté regroupe un grand nombre d'informations, notamment en réalité augmentée, le tout se contrôlant par une télécommande unique.

La Chine est le pays identifié comme le plus enthousiaste pour l'arrivée du véhicule autonome, selon une enquête menée par l'observatoire Cetelem 2016. La France reste plus sceptique.

Selon différentes sources (constructeurs, entreprises, experts, ...), l'arrivée du véhicule autonome semble être attendue au niveau mondial d'ici 10 à 20 ans.



Concept car "Sedric" – Volkswagen

Conclusion

Les avancées technologiques et les actions publiques engagées laissent présager un avenir proche pour l'utilisation des véhicules autonomes, néanmoins des verrous (réglementation, cybersécurité,...) seront à débloquer pour les voir arriver sur le réseau routier. Par ailleurs, les expérimentations actuelles ont montré des difficultés pour obtenir une vitesse commerciale élevée et pour gérer les évolutions de l'environnement des navettes autonomes (évolution de la végétation, travaux sur la voirie, etc.)

Certains pays semblent plus avancés : aux Etats-Unis, les véhicules autonomes parcourent déjà les routes (Google Car). En France, ce sont les navettes autonomes qui circulent au milieu des espaces publics entre vélos et piétons.

L'arrivée du véhicule autonome est en train d'introduire une nouvelle interaction entre l'homme et la machine avec un objectif majeur de mobilité durable, de sécurité et de fluidité du trafic. Cette technologie transformera peut-être le temps subi dans les embouteillages en temps utile, modifiant ainsi la perception de la voiture individuelle (en un lieu de partage, de détente et d'interconnectivité). Cependant, l'avantage retiré de la mise en circulation de véhicules autonomes dépendra fortement du statut de ces véhicules : voiture particulière en propriété privée, autopartage, navettes intégrées dans les réseaux de transports collectifs).

Pour aller plus loin

Ville ouverte pour les navettes autonomes – transport public, septembre 2016.

Le français Navya, pionnier mondial des véhicules autonomes – transport public, octobre 2016.

La bataille du véhicule autonome – Ville rail & transports, novembre 2016

Voiture autonome : Les automobilistes prêts à lâcher le volant pour la Silicon Valley – L'observatoire Cetelem 2016

Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l'action publique – document de synthèse – DGITM mai 2018

www.futura-sciences.com

<https://www.voiture-autonome.net/>

<http://www.oica.net/>

<http://www.vedecom.fr/>

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/quelle-strategie-developpement-du-vehicule-autonome-en-france>

[Autonomous Vehicles Need Experimental Ethics : Are We Ready for Utilitarian Cars](#)

[Instead of driverless cars, we desperately need more carless drivers](#)

Contact : STRAUSS Alexandre
CEREMA/DTerOuest/DMI/M
Tél : 02 40 12 85 02
Alexandre.strauss@cerema.fr