



AVIS 2

LE « VÉHICULE AUTONOME » : ENJEUX D'ÉTHIQUE



COMITÉ NATIONAL PILOTE D'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE
sous l'égide du

COMITÉ CONSULTATIF NATIONAL D'ÉTHIQUE
POUR LES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA SANTÉ



LE « VÉHICULE AUTONOME » : ENJEUX D'ÉTHIQUE

Avis adopté le 7 avril 2021 à l'unanimité des membres présents lors de l'assemblée plénière du CNPEN

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	5
LE « VÉHICULE AUTONOME » : ENJEUX D'ÉTHIQUE	7
Introduction	7
1. Qu'est-ce qu'un véhicule à conduite automatisée ?	7
2. Questions éthiques liées au véhicule à conduite automatisée	8
3. Questions éthiques liées à la terminologie	9
4. Questions éthiques liées à la sécurité routière et à la sûreté de fonctionnement	10
4.1. Sécurité routière	10
4.2. Robustesse technique	10
4.3. La question du dilemme	11
5. Questions éthiques liées au contrôle humain du véhicule	13
5.1. L'opérateur à distance	13
5.2. L'utilisateur du véhicule	13
5.3. Liberté de choix du mode d'opération du véhicule à conduite automatisée	14
6. Questions éthiques liées aux libertés des personnes	15
6.1. Collecte de données	15
6.2. Liberté d'aller et venir	15
7. Questions éthiques liées aux impacts sociaux et environnementaux	16
7.1. Questions d'éthique sociale	16
7.2. Questions d'éthique environnementale	17
ANNEXES	19
ANNEXE 1 : Questions relatives à la responsabilité légale en cas d'accident causé par un véhicule à conduite automatisée	19
ANNEXE 2 : Personnes auditionnées	22
ANNEXE 3 : Groupe de travail	22

RÉSUMÉ

Le véhicule à conduite automatisée, dans lequel des fonctions numériques utilisant des capteurs et des calculateurs embarqués se substituent au conducteur, et qui est connecté à une infrastructure spécifique, est souvent motivé par l'amélioration de la sécurité routière, en éliminant les défaillances humaines, par l'élargissement de l'offre de moyens de mobilité, la réduction des émissions et de l'impact environnemental, ou encore le renouveau de la filière automobile et celle du transport en général.

Le CNPEN a analysé les enjeux éthiques des véhicules à conduite automatisée, tout en examinant le bien-fondé de ces motivations, et émet dans cet avis des préconisations relatives :

- à la terminologie utilisée à propos du véhicule et des fonctions liées à son automatisation ;
- à la sécurité routière et à la sûreté de fonctionnement ;
- au contrôle humain du véhicule ;
- aux libertés des personnes ;
- aux impacts sociaux et environnementaux.

Ces préconisations sont les suivantes :

Terminologie

P1 : Adopter l'appellation « véhicule à conduite automatisée » dans les textes réglementaires, au lieu de « véhicule autonome ».

Sécurité routière et sûreté de fonctionnement

P2 : Mener des simulations réalistes ainsi que des expérimentations à une échelle représentative dans différents types d'environnements afin d'évaluer l'impact des véhicules à conduite automatisée sur l'amélioration de la sécurité routière. Les expérimentations doivent être menées dans un cadre réglementaire approprié.

P3 : Étudier l'intérêt d'un signalement des véhicules à conduite automatisée en tant que tels en fonction des réactions des autres usagers.

P4 : Les futures réglementations concernant la conception des fonctions critiques du véhicule à conduite automatisée et des infrastructures permettant leur mise en œuvre doivent exiger des démarches rigoureuses de développement, de vérification, de validation et d'homologation. Elles doivent également exiger la transparence de la conception, de manière adaptée vis-à-vis des utilisateurs et des autorités de certification.

P5 : Chaque élément de l'ensemble technique constitué par les véhicules, les infrastructures, leurs connexions ainsi que les combinaisons de ces différents éléments, doivent faire l'objet de protections matérielles et logicielles appropriées.

Remarque : la question du dilemme relatif à la décision en situation d'accident inévitable a été traitée mais n'a pas donné lieu à une préconisation.

Contrôle humain du véhicule

P6 : Assurer la possibilité de reprise en main à tout moment par l'opérateur à distance pour des véhicules à conduite automatisée de transport public ou partagés supervisés, dans le respect des contraintes de faisabilité.

P7 : Prévoir des moyens d'alerte et de communication entre l'utilisateur et l'opérateur à distance d'un véhicule à conduite automatisée supervisé ainsi que des dispositifs d'assistance et de secours sur place si nécessaire.

P8 : Adapter la formation au permis de conduire de l'utilisateur d'un véhicule à conduite automatisée non supervisé après avoir mené des études sur les compétences requises, les capacités effectives d'action, les informations pertinentes, l'interface humain-machine appropriée, et plus généralement sur la conception de l'habitacle.

P9 : Prévoir systématiquement la possibilité de choix entre mode manuel ou mode automatisé de conduite d'un véhicule privé ou privatif.

P10 : En mode automatisé, n'autoriser que des choix préétablis, normés et certifiés de types de conduite d'un véhicule privé ou privatif.

Libertés des personnes

P11 : Des mécanismes de gestion et de protection des données personnelles recueillies et traitées par les véhicules à conduite automatisée et les infrastructures devront être étudiés (information de toutes les personnes concernées, anonymisation des données, délai de destruction des données recueillies...) prenant notamment en compte les éventuels transferts de données en dehors du territoire européen.

P12 : Assurer que le verrouillage et le déplacement du véhicule à conduite automatisée ne puissent être effectués que conformément au souhait de l'utilisateur sauf requête des autorités publiques dans un cadre légal précis et pour des finalités déterminées.

Impacts sociaux et environnementaux

P13 : Soumettre la décision d'introduction des véhicules à conduite automatisée de transport public dans une collectivité territoriale donnée à une consultation citoyenne portant à la fois sur l'évolution de la qualité de service de mobilité, l'impact environnemental, et l'impact sur l'emploi.

P14 : Soumettre à une consultation citoyenne la décision d'autorisation de circulation des véhicules à conduite automatisée à usage privatif ou partagé dans un espace territorial donné.

P15 : Établir un plan national de développement équitable des infrastructures connectées nécessaires au déploiement des véhicules à conduite automatisée.

P16 : Prévoir, pour les personnes qui en ont besoin, les moyens humains permettant l'accès effectif aux véhicules à conduite automatisée ou assurant un accompagnement durant le trajet.

P17 : L'impact du déploiement des véhicules à conduite automatisée sur l'emploi et les métiers devrait être anticipé et évalué par secteurs, afin de créer des formations adéquates dans le cadre d'une gestion prévisionnelle des emplois et des compétences, et d'investir dans les secteurs émergents.

P18 : Soumettre le déploiement des véhicules à conduite automatisée à une homologation environnementale globale qui prenne en compte le véhicule lui-même ainsi que les infrastructures matérielles et numériques dans les différents modes d'usage et de fonctionnement.

P19 : Tirer parti de la possibilité de mise en convoi de camions sur le réseau routier, rendue possible par les technologies de conduite automatisée, pour élaborer une politique de transport de fret multimodal respectueux de l'environnement et tenant compte de l'évolution des métiers concernés ainsi que des effets sur l'utilisation du réseau routier par les différentes catégories d'usagers.

LE « VÉHICULE AUTONOME » : ENJEUX D'ÉTHIQUE

Introduction

Dans sa lettre du 15 juillet 2019 donnant mission au président du CCNE de mettre en œuvre une démarche pilote concernant les questions d'éthique des sciences, technologies, usages et innovations du numérique et de l'intelligence artificielle, le Premier ministre a souhaité que les travaux conduits dans cette phase pilote concernent en particulier le « diagnostic médical et l'intelligence artificielle », les « agents conversationnels » ainsi que le « véhicule autonome », ce dernier sujet en coordination avec la mission concernant la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée confiée à Mme Anne-Marie Idrac.

Cet avis du Comité national pilote d'éthique du numérique (CNPEN) porte sur le « véhicule autonome ». Il est issu des réflexions que le groupe de travail, mis en place sur le sujet en décembre 2019, a menées en s'appuyant d'une part sur des auditions de parties prenantes (voir la composition du groupe et la liste des personnes auditionnées en annexe), et d'autre part sur des échanges réguliers avec les acteurs de la mission concernant la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée¹ : participation au groupe de travail d'une personne du ministère de la transition écologique rattachée à la mission ; participation de membres du groupe de travail au séminaire national sur les « aspects sociétaux du développement des véhicules autonomes » le 19 novembre 2020.

1. Qu'est-ce qu'un véhicule à conduite automatisée ?

Certains véhicules routiers actuellement en circulation sont équipés de fonctions d'assistance à la conduite : régulation de vitesse, contrôle de trajectoire, contrôle des distances de sécurité, aide au stationnement, détection d'obstacles, optimisation d'itinéraires. Si ces fonctions facilitent la conduite du véhicule par un humain, elles ne modifient pas fondamentalement la tâche même de conduite ni le statut du véhicule dans son environnement : c'est le conducteur qui contrôle le véhicule dans un environnement équipé d'une infrastructure de signalisation et c'est lui qui le perçoit et l'interprète (feux, panneaux, marquages au sol) et dans lequel sont présents d'autres usagers, ainsi qu'éventuellement des animaux ou des objets divers.

À la différence des fonctions d'assistance à la conduite, les fonctions de conduite automatisées se substituent au conducteur pour la conduite usuelle sur route ou en ville². Elles concernent l'acquisition et l'interprétation d'informations (perception) sur l'environnement du véhicule et le véhicule lui-même ainsi que les décisions relatives à la planification du trajet et à la conduite effective du véhicule (contrôle de la vitesse et de la direction). Ces véhicules sont également équipés de fonctions de communication avec une infrastructure routière, avec les autres véhicules, ainsi qu'éventuellement avec des opérateurs humains distants. Cette communication permet d'informer le véhicule sur la signalisation, l'état du trafic et son environnement local (autres véhicules et usagers connectés), y compris au-delà de la portée de ses capteurs. L'infrastructure est ainsi pensée et conçue pour faciliter cette communication et assurer l'interopérabilité, en étant fondée en particulier sur une signalisation numérique qui interagit directement avec les véhicules.

Ces fonctions font actuellement l'objet de programmes de recherche et développement au niveau international ainsi que de nombreuses publications scientifiques et techniques, mais ne sont encore ni opérationnelles, ni commercialisées, à de très rares exceptions près. Les véhicules qui en sont équipés sont déployés de manière expérimentale dans certaines zones, voire des villes entières, grâce à des dérogations légales³. Le fonctionnement précis, les limites ainsi que l'état d'avancement des systèmes développés par les différents industriels ne sont pas rendus publics, ce qui restreint la possibilité d'une évaluation technique indépendante de leurs capacités réelles.

¹ <https://www.ecologie.gouv.fr/vehicules-autonomes>

² Nomenclature des niveaux d'automatisation du SAE J3016 standard for consumers "Levels of Driving Automation", <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>

³ Décret n° 2018-211 du 28 mars 2018 relatif à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques, <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000036750342/2021-01-25/>

Si de tels véhicules sont déployés à grande échelle, une réglementation internationale sera nécessaire. Au préalable, les questions éthiques qu'ils soulèvent doivent être étudiées.

2. Questions éthiques liées au véhicule à conduite automatisée

Le développement de véhicules routiers équipés de fonctions de conduite automatisées, qu'ils soient individuels ou partagés, destinés au transport de passagers ou de biens, est motivé par des bénéfices sociétaux et écologiques. Il constitue un enjeu économique majeur pour la filière automobile ainsi que pour les acteurs du numérique, et a contribué à créer de nouvelles entreprises⁴.

L'interrogation éthique porte sur l'ensemble des modifications de la condition humaine liées au développement et au déploiement de tels véhicules. Ces changements seront-ils aussi importants que ceux observés lors du remplacement du cheval par l'automobile ? Cette interrogation générale est complexe. Elle peut être examinée à travers plusieurs sous-questions relatives à la conception du véhicule, à son déploiement et à ses usages. Certaines de ces questions ont d'ores et déjà été recensées ou ont fait l'objet de recommandations dans des avis de comités nationaux ou internationaux ou dans des documents d'orientation.

Ainsi le rapport de la Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM)⁵ souligne que les impacts de l'automatisation des véhicules sur la sécurité routière, sur la fluidité du trafic, sur la dépense énergétique, sur l'efficacité de la chaîne logistique et sur l'accès à la mobilité en particulier en zones rurales, demeurent peu documentés ou comportent de fortes incertitudes.

Le rapport du comité d'éthique spécifiquement mis en place par le ministère allemand des transports et des infrastructures numériques au sujet de la conduite automatisée et connectée⁶ propose vingt règles éthiques qui insistent sur la réduction des accidents et sur l'exigence d'un bilan positif entre bénéfices et risques, la répartition des responsabilités en particulier lors des reprises en main, le risque de surveillance généralisée et de contrôle des véhicules par l'infrastructure, la nécessité d'une politique de gestion des données, l'encadrement technique des systèmes d'apprentissage en cours de trajet ; en ce qui concerne les situations de dilemme, il préconise qu'elles doivent être évitées autant que possible et sinon, tout en privilégiant la protection des personnes devant celle des animaux et des biens, leur traitement ne doit faire aucune distinction entre les personnes et ne pas sacrifier des personnes qui ne sont pas concernées par l'usage des véhicules.

Quant au rapport du groupe d'experts mandaté par la Commission européenne relativement à l'éthique des véhicules connectés et automatisés⁷, il émet vingt recommandations qui concernent la réduction des dommages aux personnes, la révision des règles de circulation, la distribution statistique du risque en situation de dilemme, la possibilité pour l'utilisateur de choisir certaines options, la protection des données collectées, la non-discrimination quant à l'accès aux services, ainsi que l'attribution des responsabilités.

⁴ Telles que Tesla, Waymo, Cruise, EasyMile, Navya, etc.

⁵ Développement des véhicules autonomes – Orientations stratégiques pour l'action publique. Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM), mai 2018, https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/90p_VDEF.pdf

⁶ Ethics Commission Automated and Connected Driving – Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, June 2017, https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/report-ethics-commission.pdf?__blob=publicationFile

⁷ Horizon 2020 Commission Expert Group to advise on specific ethical issues raised by driverless mobility (E03659). Ethics of Connected and Automated Vehicles: recommendations on road safety, privacy, fairness, explainability and responsibility. 2020. Publication Office of the European Union: Luxembourg. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/ethics_of_connected_and_automated_vehicles_report.pdf

Le présent avis du CNPEN traite des questions éthiques liées :

- à la terminologie utilisée à propos du véhicule et des fonctions liées à son automatisation ;
- à la sécurité routière et à la sûreté de fonctionnement ;
- au contrôle humain du véhicule ;
- aux libertés des personnes ;
- aux impacts sociaux et environnementaux.

Est également discutée la pertinence des motivations qui sont invoquées pour l'automatisation des fonctions de conduite :

- *la sécurité routière* – la réduction du nombre de morts sur les routes et plus généralement la réduction du nombre d'accidents dus aux défaillances volontaires ou non du conducteur humain (excès de vitesse, alcoolémie, endormissement, erreurs de conduite, etc.) ;
- *le bénéfice social* – par exemple, la mise à disposition de moyens de mobilité pour des personnes ne pouvant conduire elles-mêmes ; des dessertes en zones peu denses ou dans des créneaux horaires peu fréquentés ; le gain de temps pour les conducteurs, en les libérant d'une tâche ennuyeuse ou difficile ;
- *l'impact environnemental et l'écologie* – la réduction de l'empreinte environnementale des véhicules par une meilleure gestion des itinéraires et une fluidité accrue du trafic ;
- *l'économie* – le développement de la filière automobile et du transport.

3. Questions éthiques liées à la terminologie

L'usage communément répandu de l'expression « véhicule autonome » provient du langage technique de la robotique : un robot est une machine mobile équipée de fonctions programmées, y compris par l'utilisation de méthodes d'apprentissage automatique, de perception et de calcul d'actions et qui réalise ces actions dans un environnement complexe et dynamique afin de répondre à un cahier des charges précis ; le robot est dit « autonome » s'il réalise ses tâches sans intervention humaine, une fois programmé. Le « véhicule autonome » est donc un tel robot.

Cependant, le déploiement des « véhicules autonomes » dans l'environnement humain quotidien crée une ambiguïté sur le statut et les capacités de ces véhicules comparativement aux êtres humains, dont l'autonomie signifie la faculté de déterminer leurs propres objectifs et de choisir librement leurs actions.

Cette ambiguïté est susceptible de produire des craintes ou des malentendus et de créer des attentes infondées : une entité « autonome », au sens étymologique, serait imprévisible par nature, prendrait « d'elle-même » des « initiatives » ou « déciderait » d'elle-même. On entend par exemple des récits suggérant que le véhicule « choisirait lui-même » de renverser telle personne plutôt que telle autre. Il convient donc d'utiliser, pour qualifier les capacités des systèmes informatiques fondés sur l'intelligence artificielle et la robotique, des termes explicitement différents de ceux qui sont utilisés pour qualifier les facultés humaines. Notamment, l'expression véhicule à conduite automatisée (en anglais *automated driving vehicle*) devrait remplacer l'expression « véhicule autonome » (en anglais *autonomous vehicle* ou *self-driving vehicle*).

Un autre exemple est celui du verbe « déléguer » qui signifie dans l'usage courant le transfert d'une capacité de prise de décision, et d'une partie de la responsabilité afférente, d'un être humain à un autre : l'utilisation de l'expression « délégation de conduite »⁸ sous-entend que l'humain transfère sa prise de décision ainsi qu'une partie de ses responsabilités à un robot. Cette machine pourrait alors être mise sur le même plan moral, voire juridique, que l'être humain. L'usage de ce terme est donc inapproprié.

⁸ Loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039666574>

L'utilisation d'expressions comme « autonomie » ou « délégation de conduite » donne l'illusion que le véhicule prendrait ses propres décisions et que les utilisateurs n'auraient pas à s'occuper de la conduite et pourraient se dégager des responsabilités afférentes. Cette ambiguïté amène à préconiser d'utiliser des termes plus adéquats.

Les parties prenantes devraient donc œuvrer collectivement à faire évoluer le vocabulaire utilisé pour qualifier les capacités des véhicules à conduite automatisée de manière à le distinguer explicitement de celui qui est utilisé pour qualifier les facultés humaines.

Préconisation aux autorités publiques (P1) : Adopter l'appellation « véhicule à conduite automatisée » dans les textes réglementaires, au lieu de « véhicule autonome ».

4. Questions éthiques liées à la sécurité routière et à la sûreté de fonctionnement

4.1. Sécurité routière

Les statistiques mondiales par pays montrent que la répartition des victimes des accidents de la route n'est pas uniforme et semble corrélée avec des facteurs qui sont liés au développement économique⁹. Il paraît donc nécessaire d'identifier les causes précises de ces accidents puis d'évaluer toutes les mesures qui tendraient vers l'objectif de leur réduction. De plus, la majorité des déploiements actuellement considérés pour les véhicules à conduite automatisée ne concernent que certains pays, en général industrialisés, et des contextes où se produisent peu d'accidents : transports en commun, zones réservées, zones à vitesse réduite. Par conséquent, l'impact du déploiement de véhicules à conduite automatisée sur le nombre d'accidents de la route et de morts reste à évaluer en menant des simulations réalistes ainsi que des expérimentations à une échelle représentative dans différents types d'environnements¹⁰.

Préconisation aux constructeurs (P2) : Mener des simulations réalistes ainsi que des expérimentations à une échelle représentative dans différents types d'environnements afin d'évaluer l'impact des véhicules à conduite automatisée sur l'amélioration de la sécurité routière. Les expérimentations doivent être menées dans un cadre réglementaire approprié.

Par ailleurs, le signallement des véhicules à conduite automatisée pourrait être nécessaire afin d'éviter que leur comportement puisse surprendre les autres usagers de la route et provoquer des accidents. Cependant, ce signallement pourrait aussi induire des réactions singulières des autres usagers de la route, par exemple une confiance exagérée dans ces véhicules qui amènerait à défier leur comportement (leur barrer le passage, les suivre de près, etc.), ou au contraire une méfiance vis-à-vis de leur comportement qui pousserait les autres usagers à prendre des risques en voulant les dépasser ou s'en écarter.

Préconisation (P3) : Étudier l'intérêt d'un signallement des véhicules à conduite automatisée en tant que tels en fonction des réactions des autres usagers.

4.2. Robustesse technique

Les fonctions embarquées de perception et de commande du véhicule à conduite automatisée doivent avoir un fonctionnement sûr.

Une fonction est dite « critique » si sa défaillance met en cause la capacité du système dont elle fait partie à assurer le service attendu de manière correcte, voire provoque des conséquences

⁹ World Health Organization (WHO), Road Traffic Injuries, February 2020

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries#:~:text=Approximately%201.35%20million%20people%20die,road%20traffic%20crashes%20by%202020>

¹⁰ Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20171_strategie-nationale-vehicule%20automatise_web.pdf

catastrophiques (par exemple la défaillance d'une fonction automatique de freinage, ou la non détection d'un obstacle par la fonction de perception)¹¹. Afin d'assurer la sûreté de fonctionnement des systèmes, les fonctions critiques sont mises en œuvre dans des architectures informatiques qui minimisent les probabilités de défaillance et les amenant à des valeurs négligeables. Les modes de défaillance de ces fonctions et leur traitement sont explicitement prévus.

Les réglementations existantes ne couvrent pas toutes les technologies développées pour les véhicules à conduite automatisée, comme par exemple l'utilisation de l'apprentissage machine dans les fonctions critiques. L'adaptation ou la révision de la réglementation ne devrait pas pour autant être moins exigeante, mais imposer des normes strictes de développement, de vérification et de validation des systèmes quelles que soient les technologies mises en œuvre. En particulier, la vérification et la validation d'algorithmes d'apprentissage machine (par exemple, apprentissage par renforcement, apprentissage profond) qui pourraient être utilisés, doivent être effectuées pour garantir un fonctionnement sûr. L'apprentissage en continu en cours d'utilisation du véhicule doit être exclu compte tenu de l'imprévisibilité du comportement du véhicule qui pourrait en résulter.

Par ailleurs, il est nécessaire de garantir la protection contre le piratage, le leurrage et l'intrusion¹², ainsi que l'intégrité et la confidentialité des données, la sûreté des logiciels embarqués eux-mêmes, et celle des réseaux et des infrastructures de communication.

Cependant, des défaillances des systèmes embarqués ou des infrastructures sont toujours possibles, suite à des pannes, à des erreurs de conception, ou à des attaques informatiques. Le véhicule à conduite automatisée devrait dans ce cas pouvoir être opérationnel en mode dégradé, rendre la main à l'utilisateur, ou bien s'arrêter de manière sûre et sans mettre en danger les passagers ou les autres usagers. Le véhicule devrait également pouvoir informer les utilisateurs de la nature de la défaillance et des fonctions concernées.

Préconisation (P4) : Les futures réglementations concernant la conception des fonctions critiques du véhicule à conduite automatisée et des infrastructures permettant leur mise en œuvre, doivent exiger des démarches rigoureuses de développement, de vérification, de validation et d'homologation. Elles doivent également exiger la transparence de la conception, de manière adaptée vis-à-vis des utilisateurs et des autorités de certification.

Préconisation (P5) : Chaque élément de l'ensemble technique constitué par les véhicules, les infrastructures, leurs connexions ainsi que les combinaisons de ces différents éléments, doivent faire l'objet de protections matérielles et logicielles appropriées.

4.3. La question du dilemme

La question du dilemme¹³ auquel pourrait être confronté le véhicule à conduite automatisée : « en cas d'accident inévitable, quelle victime choisir ? » fait l'objet de nombreuses études et de recommandations¹⁴. Cette question est en fait une expérience de pensée sur les choix moraux

¹¹ Le premier accident mortel impliquant un véhicule en mode de conduite automatisée résultait par exemple d'une telle défaillance. Le 7 mai 2016, un véhicule Tesla dont le pilote automatique était enclenché a percuté un camion blanc qui traversait la route devant lui car le système de capteurs n'avait pas fait la distinction entre la remorque blanche du camion et le ciel laiteux en arrière-plan. <https://www.straitstimes.com/world/united-states/tesla-car-on-autopilot-crashes-killing-driver>. Un accident de la même nature est survenu le 11 mars 2021.

¹² Une expérience a par exemple montré qu'il était possible de leurrer un système de reconnaissance des panneaux de signalisation en faisant apparaître un panneau de limitation de vitesse sur un écran vidéo publicitaire durant une fraction de seconde. Le système détectait ce panneau comme étant une information légitime et affichait la mauvaise limitation de vitesse sur son écran de bord. En projetant brièvement des images de véhicules ou de piétons sur la chaussée, les chercheurs parvenaient également à déclencher le freinage d'urgence des dernières versions du pilote automatique développé par Tesla. <https://www.nassiben.com/phantoms>

¹³ Foot, Philippa. *Moral Dilemmas and Other Topics in Moral Philosophy*. Clarendon Press ; Oxford University Press, 2002.

¹⁴ Voir notamment les rapports allemand et européen mentionnés en notes 6 et 7.

humains. Elle est transposée dans le monde réel à des situations critiques dans lesquelles le choix mis en œuvre par les logiciels du véhicule s'effectuerait entre plusieurs options, toutes ayant des conséquences négatives sur des personnes. Dans ces situations réelles, le comportement du véhicule dépend, de plusieurs paramètres techniques (disponibilité et interprétation des données, degré de l'incertitude, temps de décision, temps avant collision). La question du dilemme, en tant qu'expérience de pensée, porte exclusivement sur le choix moral humain et ne tient pas compte de l'ensemble de ces contraintes techniques.

Les débats se concentrent souvent sur ce type de situation particulière : la réponse à donner au dilemme devrait être anticipée dès la conception du véhicule pour pouvoir la programmer – au contraire de la réaction spontanée et imprévisible d'un conducteur humain confronté à la même situation. Il est à noter toutefois qu'il existera toujours des situations inattendues sur la route : la programmation au préalable, aussi exhaustive soit-elle, est nécessairement incomplète.

Les algorithmes de perception et de décision étant conçus à l'avance, l'évaluation de la situation ainsi que les choix d'action en temps réel sont effectués conformément à leur programmation. Deux questions éthiques se posent en situation de dilemme. Premièrement, celle des critères utilisés pour l'identification des entités présentes dans la scène et la distinction que l'algorithme effectuerait entre elles. En second lieu, celle de la méthode de sélection de l'action, nécessairement définie de manière préalable, dont la conséquence sera préjudiciable à l'une ou à plusieurs de ces entités.

Les débats relatifs aux dilemmes se fondent sur l'idée que le calcul automatique d'une décision peut être calqué sur le raisonnement moral d'un être humain. Or, ce raisonnement et le calcul sont de natures différentes : une situation de dilemme, présentée comme induisant une « décision de tuer » prise par la machine et faisant des victimes humaines, n'a pas de sens pour le véhicule à conduite automatisée. En effet, les actions du véhicule sont déterminées par des algorithmes prédéfinis par le concepteur ; cela ne fait pas du véhicule un agent moral. Toutefois, comme évoqué *supra*, le recours au vocabulaire utilisé pour décrire des caractéristiques humaines (« décision de tuer ») est susceptible de projeter la moralité sur le véhicule. Le CNPEN insiste sur le besoin de soustraire le véhicule à conduite automatisée à de telles projections à travers une mise en récit explicitement différente de celle qui caractérise les accidents impliquant des conducteurs humains.

Comme cela a déjà été souligné, la question du dilemme est une expérience de pensée sur les choix moraux humains. Dans l'hypothèse où cette question pourrait représenter un véritable enjeu de décision en situation réelle, plusieurs possibilités non exclusives sont envisageables :

- ***relativement à la prévention de la situation :***

- a. Limitation de l'usage du véhicule à conduite automatisée par certaines collectivités dans des conditions particulières. Par exemple, interdiction de ces véhicules dans certaines zones urbaines.
- b. Isolement des véhicules à conduite automatisée sur des voies spécifiques pour limiter les situations de dilemme. Cette option impliquerait une conduite manuelle en dehors de ces voies.

- ***relativement à la programmation du véhicule :***

- c. Choix aléatoire du comportement du véhicule à conduite automatisée permettant de briser les chaînes de causalité qui mènent au préjudice et ainsi de soustraire le véhicule à conduite automatisée aux projections de la moralité.
- d. Élaboration de règles explicites sur le comportement du véhicule à conduite automatisée en situation de dilemme. Ce choix devrait être éclairé par des considérations de faisabilité algorithmique de la solution retenue et les règles être inscrites dans la législation.
- e. Ne pas distinguer la situation de dilemme en tant que telle au sein des algorithmes de contrôle du véhicule qui régissent son comportement.

5. Questions éthiques liées au contrôle humain du véhicule

Le contrôle humain est l'un des principes éthiques mis en évidence dans le débat international relatif aux systèmes autonomes et d'intelligence artificielle¹⁵. En ce qui concerne les véhicules à conduite automatisée, le contrôle humain ne s'exerce clairement pas à tout moment au cours du trajet mais dans le choix du déclenchement des modes de conduite - manuel ou automatisé - via des moyens de supervision et d'action.

5.1. L'opérateur à distance

Il est envisagé dans des projets de déploiement de véhicules à conduite automatisée, en particulier ceux qui relèvent du transport public ou de flottes de véhicules, que des professionnels puissent superviser les véhicules à distance et en prendre le contrôle dans certaines situations. Ces opérateurs à distance auraient à gérer simultanément plusieurs véhicules qui leur seraient affectés, à l'image des contrôleurs aériens. Notons cependant que dans le cas des véhicules terrestres, les situations évoluent en général plus rapidement que dans l'espace aérien.

L'opérateur à distance peut être amené soit à prendre en charge la conduite de manière planifiée, par exemple sur des portions de trajet où la conduite automatisée n'est pas possible, soit à intervenir dans des situations d'incidents, par nature non planifiées.

Dans le second cas, l'opérateur peut être confronté à de longues périodes calmes n'exigeant pas son intervention et pendant lesquelles son attention risque de diminuer. Au contraire, il peut être confronté à des situations où plusieurs incidents se produisent simultanément, qui nécessitent une évaluation rapide afin d'intervenir et éventuellement de téléopérer un ou plusieurs véhicules. Si l'opérateur n'a pas été en mesure de suivre l'évolution de la situation de manière continue, son intervention risque d'être inappropriée faute d'une bonne compréhension de cette situation.

Se posent alors les questions de la faisabilité de la conduite à distance et de l'intervention concernant un grand nombre de véhicules, du nombre d'opérateurs qui seraient nécessaires, de leurs rôles et des moyens dont ils devraient disposer pour être en mesure de suivre les situations et d'intervenir à bon escient. Des procédures pour suppléer à l'absence éventuelle de réaction d'un opérateur doivent être définies, comme mentionné au paragraphe 4.2, pour gérer les modes dégradés ou l'arrêt mettant en sécurité à la fois les passagers du véhicule ainsi que son environnement.

Préconisation (P6) : Assurer la possibilité de reprise en main à tout moment par l'opérateur à distance pour des véhicules à conduite automatisée de transport public ou partagés supervisés, dans le respect des contraintes de faisabilité.

5.2. L'utilisateur du véhicule

Les questions relatives à l'utilisateur d'un véhicule à conduite automatisée sont à distinguer selon qu'il est utilisateur d'un véhicule de type transport collectif (par exemple une navette ou un taxi partagé), qui serait supervisé par un opérateur à distance, ou d'un véhicule privé non supervisé.

Utilisateur d'un véhicule supervisé

La gestion de la conduite est effectuée par les fonctions automatisées et par l'opérateur à distance, l'utilisateur n'étant donc pas impliqué. Cependant, l'utilisateur pourrait observer des situations anormales ou dangereuses, voire des comportements inappropriés d'autres utilisateurs, que les fonctions automatisées ou l'opérateur à distance n'auraient pas perçus. Cela pose la question de l'existence et de l'utilisation de moyens d'alerte et de communication avec l'opérateur à distance.

¹⁵ Groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle - Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance. Commission européenne, juin 2018
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_19_1893

Préconisation (P7) : Prévoir des moyens d’alerte et de communication entre l'utilisateur et l’opérateur à distance d’un véhicule à conduite automatisée supervisé ainsi que des dispositifs d’assistance et de secours sur place si nécessaire.

Utilisateur d'un véhicule non supervisé

La gestion de la conduite est effectuée par les fonctions automatisées et il n'y a pas d'opérateur à distance. Les fonctions automatisées peuvent être conçues de manière à rendre la main à l'utilisateur dans certains contextes (sorties d'autoroute par exemple) ; réciproquement, l'utilisateur pourrait vouloir reprendre la main en réaction à des situations qu'il aurait perçues (par exemple, s'arrêter parce qu'une personne à bord souffre du mal des transports). Se posent alors des questions :

- au sujet des compétences que l'utilisateur doit obligatoirement posséder pour piloter le véhicule, qui seraient sanctionnées par un permis spécifique ;
- au sujet des capacités de reprise en main par l'utilisateur s'il est occupé par ailleurs ;
- au sujet de la conception de l'habitacle du véhicule pour permettre à l'utilisateur de reprendre la main.

Préconisation (P8) : Adapter la formation au permis de conduire de l'utilisateur d'un véhicule à conduite automatisée non supervisé après avoir mené des études sur les compétences requises, les capacités effectives d'action, les informations pertinentes, l'interface humain-machine appropriée, et plus généralement sur la conception de l'habitacle.

5.3. Liberté de choix du mode d'opération du véhicule à conduite automatisée

Le principe du contrôle humain suppose la liberté laissée aux utilisateurs du véhicule à conduite automatisée privé ou privatif du choix entre un mode de conduite automatisée et un mode de conduite manuelle. Il suppose également la possibilité du choix de la destination et du trajet (par exemple trajet le plus rapide, trajet touristique, etc.)

En revanche, la possibilité du choix du type de conduite par l'utilisateur pour l'adapter à ses souhaits (par exemple conduite sportive, économique...) ne peut être entièrement libre compte tenu des conséquences sur la sécurité et le trafic. De tels modes devraient être prévus dans les logiciels du véhicule afin que celui-ci puisse rester prévisible à la fois dans son comportement et dans son interaction avec les autres véhicules à conduite automatisée circulant à proximité.

Préconisation (P9) : Prévoir systématiquement la possibilité de choix entre mode manuel ou mode automatisé de conduite d'un véhicule privé ou privatif.

Préconisation (P10) : En mode automatisé, n'autoriser que des choix préétablis, normés et certifiés de types de conduite d'un véhicule privé ou privatif.

6. Questions éthiques liées aux libertés des personnes

Les véhicules à conduite automatisée perçoivent leur environnement en permanence grâce à différents capteurs visuels et de distance, pour leur besoin de navigation. Ils collectent également des données sur leurs utilisateurs ainsi que sur les autres usagers de la voie publique. Leurs algorithmes analysent les scènes perçues et interprètent des situations. Ils sont géolocalisés et échangent des informations avec les infrastructures sur la signalisation, l'état du trafic, ou le comportement d'autres véhicules circulant à proximité. Ces traitements de données posent des questions de respect de la vie privée, de protection des données personnelles et de respect des libertés individuelles (liberté d'aller et venir, liberté de manifestation, liberté de réunion, liberté d'expression).

6.1. Collecte de données

Des données collectées par le véhicule à conduite automatisée concernant aussi bien les utilisateurs du véhicule que son environnement (autres véhicules, piétons, habitations...) pourront être rendues accessibles à des opérateurs privés ou publics¹⁶. Ceci crée une tension entre les libertés fondamentales de l'utilisateur du véhicule, notamment sa liberté de déplacement, et les libertés fondamentales des autres personnes ainsi que le respect de leur vie privée. L'utilisateur, quant à lui, est aussi sujet à une tension entre son choix d'utiliser un véhicule à conduite automatisée et la collecte de ses données personnelles qu'implique ce choix. Plus généralement, la collecte de données liées au véhicule à conduite automatisée peut participer à la mise en place d'un ensemble technologique (enregistreur de données du véhicule - voir annexe 1 -, capteurs d'environnement, etc.) qui risque de conduire au développement graduel d'une surveillance généralisée et permanente. L'élaboration d'un cadre législatif spécifique aux véhicules à conduite automatisée au sein d'une approche globale pourrait contribuer à renforcer la protection des libertés individuelles et de la vie privée¹⁷. En particulier, des études sur l'impact de la présence d'un enregistreur de données du véhicule sur le comportement des utilisateurs du véhicule seront utiles pour éclairer le cadre législatif permettant l'accès aux données.

Préconisation (P11) : Des mécanismes de gestion et de protection des données personnelles recueillies et traitées par les véhicules à conduite automatisée et les infrastructures devront être étudiés (information de toutes les personnes concernées, anonymisation des données, délai de destruction des données recueillies...) prenant notamment en compte les éventuels transferts de données en dehors du territoire européen.

6.2. Liberté d'aller et venir

La possibilité technique de contrôle à distance du verrouillage ou du déplacement du véhicule à conduite automatisée par une instance publique ou privée peut porter atteinte à la liberté d'aller et venir si elle est exercée en dehors d'un cadre légal.

Préconisation (P12) : Assurer que le verrouillage et le déplacement du véhicule à conduite automatisée ne puissent être effectués que conformément au souhait de l'utilisateur sauf requête des autorités publiques dans un cadre légal précis et pour des finalités déterminées.

¹⁶ Loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités, article 32, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039666574>

¹⁷ European Data Protection Board, <https://edpb.europa.eu/>

7. Questions éthiques liées aux impacts sociaux et environnementaux

De nouvelles questions du point de vue de l'éthique sociale et environnementale sont posées par l'introduction des véhicules à conduite automatisée dans les quatre principaux modes d'usage que sont l'usage privatif, l'usage partagé, le transport public et la logistique.

7.1. Questions d'éthique sociale

En ce qui concerne le déploiement et les usages de véhicules à conduite automatisée particuliers ou de systèmes de transport public, se posent à la fois les questions de l'adhésion des populations concernées au principe même du véhicule à conduite automatisée ainsi qu'à son déploiement dans ses différents modes d'usage et de fonctionnement. Cela concerne par exemple la qualité de service de transports collectifs, ou l'impact sur les emplois et les métiers.

Préconisation (P13) : Soumettre la décision d'introduction des véhicules à conduite automatisée de transport public dans une collectivité territoriale donnée à une consultation citoyenne portant à la fois sur l'évolution de la qualité de service de mobilité, l'impact environnemental, et l'impact sur l'emploi.

Préconisation (P14) : Soumettre à une consultation citoyenne la décision d'autorisation de circulation des véhicules à conduite automatisée à usage privatif ou partagé dans un espace territorial donné.

En outre, l'une des motivations du développement des véhicules à conduite automatisée est d'offrir une plus grande autonomie, par exemple à des personnes isolées ou des personnes qui ne sont pas en mesure de conduire. Ce type de véhicule pourrait en effet répondre au besoin de transport à la demande pour des résidents de zones éloignées des grandes voies de transport à un coût plus réduit qu'un véhicule conduit par un chauffeur. Cependant, la possibilité d'accès à la modalité de véhicule à conduite automatisée va dépendre de l'existence et des capacités des infrastructures nécessaires : en l'absence d'infrastructure spécifique dans ces zones, le véhicule à conduite automatisée pourrait avoir un fonctionnement dégradé car utilisant uniquement sa propre perception de l'environnement. Dans un souci d'équité entre collectivités et territoires, les investissements d'infrastructures nécessaires au déploiement de véhicules à conduite automatisée dans les zones éloignées des grandes voies devraient être anticipés.

Préconisation (P15) : Établir un plan national de développement équitable des infrastructures connectées nécessaires au déploiement des véhicules à conduite automatisée.

En ce qui concerne les personnes qui ne sont pas en mesure d'accéder au véhicule de manière autonome ou qui ont besoin d'un accompagnement (personnes âgées, enfants, personnes en situation de handicap), l'intérêt du véhicule à conduite automatisée doit être mis en regard avec la nécessaire présence d'un aidant pour permettre à ces personnes l'accès effectif au véhicule et son usage.

Préconisation (P16) : Prévoir, pour les personnes qui en ont besoin, les moyens humains permettant l'accès effectif aux véhicules à conduite automatisée ou assurant un accompagnement durant le trajet.

Une autre motivation annoncée de la conduite automatisée est la libération du temps normalement consacré à la tâche de conduite, à laquelle s'ajoute la réduction de la charge cognitive. Ceci pourra être mis à profit par les utilisateurs-usagers des véhicules et sera également susceptible d'améliorer les conditions de travail des professionnels de la route¹⁸.

¹⁸ <https://www.ecologie.gouv.fr/temps-travail-des-conducteurs-routiers-transport-marchandises>

Enfin, le développement et le déploiement des véhicules à conduite automatisée constituent un enjeu économique majeur pour la filière automobile et la filière du transport, mais aussi indirectement pour d'autres secteurs comme les télécommunications et les équipements routiers. Tout en favorisant la création de nouveaux métiers, cette évolution est susceptible d'en menacer certains autres en particulier dans le secteur du transport professionnel (conducteurs de transports collectifs, taxis, VTC, véhicules utilitaires, camions, etc.).

Préconisation (P17) : L'impact du déploiement des véhicules à conduite automatisée sur l'emploi et les métiers devrait être anticipé et évalué par secteurs, afin de créer des formations adéquates dans le cadre d'une gestion prévisionnelle des emplois et des compétences, et d'investir dans les secteurs émergents.

7.2. Questions d'éthique environnementale

La connectivité des véhicules à conduite automatisée devrait induire une meilleure fluidité du trafic routier, réduisant ainsi la consommation énergétique. On peut aussi anticiper que la possession de véhicules individuels sera en baisse^{19,20} à la suite du développement de services de transports partagés ou de transports collectifs de proximité, encouragé par la réduction du coût d'exploitation. Il en résulterait une réduction globale du nombre de véhicules ainsi que de l'espace de stationnement.

Toutefois, la consommation énergétique intrinsèque d'un véhicule à conduite automatisée est actuellement significativement supérieure à celle d'un véhicule à conduite manuelle principalement à cause de la puissance électrique nécessaire au fonctionnement des capteurs et des calculateurs embarqués. Cette surconsommation a été estimée entre 3 et 20 %, par rapport à une réduction éventuelle de 9% en moyenne en combinant tous les avantages qu'offrent l'automatisation et la connectivité du véhicule (éco-conduite, conduite en convoi et gestion des intersections)^{21,22}. Doit également y être ajoutée la consommation intrinsèque des infrastructures de communication nécessaires au fonctionnement des véhicules à conduite automatisée (relais 5G²³, unités de bords de route). Or l'empreinte environnementale globale du numérique qui représente actuellement 3 à 4% des émissions de gaz à effet de serre dans le monde et dont la consommation électrique croît de 9% par an n'est pas soutenable^{24,25,26}. La sobriété numérique est donc un enjeu majeur pour le déploiement des véhicules à conduite automatisée²⁷.

De plus, il peut être envisageable de réserver des voies spécifiques aux véhicules à conduite automatisée, ce qui augmenterait l'empreinte au sol des véhicules. Il est enfin possible que l'offre de véhicules à conduite automatisée amène à la multiplication de tels véhicules en maraude pour

¹⁹ Jeremy Webb, The future of transport: Literature review and overview, Economic Analysis and Policy (Elsevier) (2019), 61, pp. 1-6

²⁰ Jeremy Campbell Webb, Clevo Wilson & Max Briggs: Automotive modal lock-in: a theoretical framework for the analysis of peak car and beyond with special reference to Australia, Australasian Journal of Environment Management (2017), 24/7, p. 406-422

²¹ James H. Gawron, Gregory A. Keoleian, Robert D. De Kleine, Timothy J. Wallington, Hyung Chul Kim, "Life Cycle Assessment of Connected and Automated Vehicles: Sensing and Computing Subsystem and Vehicle Level Effects", Environ. Sci. Technol., 2018, 52/5, pp. 3249-3256.

²² Le cas particulier de la conduite en convoi des camions sur autoroute offre un gain plus important

²³ The Shift Project, Impact environnemental du numérique : tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G, Note d'analyse, mars 2021

²⁴ ARCEP (Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse), Pour un numérique soutenable, Rapport d'étape, synthèse de la plateforme de travail et 11 propositions pour conjuguer développement des usages et réduction de l'empreinte environnementale du numérique, décembre 2020, https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-pour-un-numerique-soutenable_dec2020.pdf

²⁵ Sénat, Pour une transition numérique écologique, Rapport d'information N°555, juin 2020, <http://www.senat.fr/rap/r19-555/r19-5551.pdf>

²⁶ The Shift Project, Déployer la sobriété numérique, octobre 2020, <https://theshiftproject.org/article/deployer-la-sobriete-numerique-rapport-shift/>

²⁷ M. Taiebat, A.L. Brown, H.R. Safford, S. Qu, et M. Xu. A Review on Energy, Environmental, and Sustainability Implications of Connected and Automated Vehicles. Environmental Science & Technology 52 (20): 11449-11465, 2018. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00127>

répondre rapidement aux demandes. On pourrait également observer une circulation à vide de véhicules personnels, si le coût de circulation est inférieur à celui du stationnement. Cette situation pourrait provoquer un encombrement permanent des rues des villes²⁸.

Il est nécessaire d'évaluer les véritables besoins en matière de mobilité à l'aune des objectifs en matière écologique et du maintien des liens sociaux²⁹. S'agit-il d'être toujours plus mobile ou, au contraire, de l'être moins, en reconstruisant les économies de proximité ? Quoi qu'il en soit, l'impact environnemental des véhicules à conduite automatisée à la fois en termes d'énergie consommée, de cycle de vie, et des infrastructures matérielles et numériques, doit être évalué de manière globale en tenant compte de leur taux d'utilisation (nombre de personnes à bord, occupation des infrastructures) et d'éventuels effets rebond.

En particulier l'introduction des véhicules à conduite automatisée motivée par l'innovation technologique et le développement du secteur industriel de l'automobile ne doit pas conduire à un laxisme en ce qui concerne l'homologation environnementale de ces véhicules. Cette homologation doit être globale et porter également sur les infrastructures matérielles et numériques nécessaires, à la différence de la démarche actuelle qui porte exclusivement sur le véhicule. L'homologation doit être effectuée sur des cycles normés représentatifs des capteurs et calculateurs embarqués en lien avec une infrastructure de test de communication. Elle doit être fondée sur une analyse multicritère du cycle de vie en tenant compte des différents modes d'usage et de fonctionnement.

Préconisation (P18) : Soumettre le déploiement des véhicules à conduite automatisée à une homologation environnementale globale qui prenne en compte le véhicule lui-même ainsi que les infrastructures matérielles et numériques dans les différents modes d'usage et de fonctionnement.

L'introduction des véhicules à conduite automatisée peut avoir un impact sur les activités de transport de marchandises. Ainsi, la conduite automatisée permet d'envisager la formation de convois de véhicules de fret et un mode de conduite correspondant, à travers le contrôle automatique des distances de séparation et des vitesses des véhicules. L'intérêt environnemental de cette modalité a été démontré³⁰ dans des expérimentations sur autoroute qui établissent que les consommations des camions suiveurs sont diminuées du fait de la réduction de la résistance aérodynamique. Cette modalité serait encore plus efficace en l'inscrivant dans un contexte global de transport multimodal plus respectueux de l'environnement et dans une démarche de développement durable. Cette évolution aura nécessairement un impact sur le métier de conducteur de poids lourds. Elle aura aussi un impact sur l'utilisation du réseau routier par ses autres usagers compte tenu de l'occupation de certaines voies par les convois.

Préconisation (P19) : Tirer parti de la possibilité de mise en convoi de camions sur le réseau routier, rendue possible par les technologies de conduite automatisée, pour élaborer une politique de transport de fret multimodal respectueux de l'environnement et tenant compte de l'évolution des métiers concernés ainsi que des effets sur l'utilisation du réseau routier par les différentes catégories d'usagers.

²⁸ Jooyong Lee, Kara M. Kockelman, "Energy implications of self-driving vehicles", Proceedings of the 98th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., January 2019,

https://www.cae.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/TRB19EnergyAndEmissions.pdf

²⁹ A. Grisoni et J. Madelenat - Le véhicule autonome : quel rôle dans la transition écologique des mobilités ? La Fabrique écologique, mars 2021,

https://www.lafabriqueecologique.fr/app/uploads/2020/02/Rapport-Comple_t_Ve%CC%81hicule-autonome-et-Transition-e%CC%81cologique-La-Fabrique-Ecologique-Forum-Vies-Mobiles-1.pdf

³⁰ <https://www.smm.co.uk/2020/06/has-truck-platooning-hit-the-end-of-the-road/> ;

<https://www.ifsttar.fr/ressources-en-ligne/lactualite-ifsttar/toute-lactualite/fil-info/article/en-route-vers-le-1er-convoi-multi-marques-de-poids-lourds-semi-autonomes/> ;

<https://platooningensemble.eu/project> ;

<https://www.hindawi.com/journals/jat/2020/2604012/> ;

ANNEXES

ANNEXE 1 : Questions relatives à la responsabilité légale en cas d'accident causé par un véhicule à conduite automatisée

Le déploiement des véhicules à conduite automatisée soulève également les questions de responsabilité.

La réglementation française spécifique à la responsabilité en cas d'accident mettant en cause un véhicule à conduite automatisée concerne à la fois les expérimentations et la généralisation de l'usage des véhicules à conduite automatisée. Jusqu'ici, la personne responsable est, en règle générale, le conducteur ; mais la notion de maîtrise du véhicule évolue déjà avec les systèmes d'assistance à la conduite qui libèrent progressivement le conducteur de ses tâches habituelles. Ainsi, le système de responsabilité peut d'ores et déjà être bouleversé. S'il n'y a plus de notion de conducteur dans un véhicule à conduite automatisée, l'ancien conducteur devenu passager ou utilisateur devrait être libéré de toute responsabilité à l'occasion des accidents causés par le véhicule, à moins d'une maintenance insuffisante ou d'une dégradation des capacités du véhicule du fait de son gardien ou propriétaire. Les responsables des accidents seront logiquement les sociétés à l'origine de la défaillance technique.

Les expérimentations sont soumises en France à un régime d'autorisation en vertu du décret du 28 mars 2018³¹ ; ce texte impose qu'il y ait une personne, à l'intérieur ou à l'extérieur du véhicule, à même de reprendre le contrôle de celui-ci. Le régime français est très protecteur pour le « conducteur » qui se trouve dans un véhicule à conduite automatisée avec possibilité de reprise en main.

Dans le cadre des expérimentations, l'article 125 de la loi du 22 mai 2019 dite loi PACTE³² modifie le régime de responsabilité pénale prévu par l'ordonnance du 3 août 2016³³, en aménageant substantiellement les conditions de mise en cause de la responsabilité pénale du conducteur en cas d'infraction au code de la route ou de délit d'atteinte involontaire à la vie ou à l'intégrité des personnes. La loi opère un partage de responsabilité pénale tout à fait novateur. D'une part, elle exonère le conducteur de la responsabilité lorsque le système de conduite automatisée est activé et fonctionne, en transférant cette responsabilité au titulaire de l'autorisation d'expérimentation de circulation qui sera responsable en cas de contravention comme de délit. D'autre part, elle prévoit que la responsabilité du conducteur est engagée, soit après sollicitation du système de conduite, passé un délai de reprise qui doit être fixé par l'autorisation de circulation, soit s'il a ignoré le fait que les conditions d'utilisation du système de conduite automatisée n'étaient pas ou plus remplies. Ce qui conduit dans ce dernier cas, à reconnaître comme responsable une personne morale qui n'a pas intentionnellement commis une faute. Le système est exigeant pour le conducteur qui doit connaître le fonctionnement du système et être informé de ce régime de responsabilité, mais celui-ci est actuellement réputé être formé pour les expérimentations. La question posée par ce partage de responsabilité est inhérente à tout partage de la conduite entre le système automatisé et l'humain : le rôle de l'humain en tant que conducteur évolue et requiert un autre type de vigilance qui exclut à ce stade l'irresponsabilité.

³¹ Décret n° 2018-211 du 28 mars 2018 relatif à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques, <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000036750342/>

³² Loi n° 2019-486 du 22 mai 2019 relative à la croissance et la transformation des entreprises, https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000038496102?init=true&page=1&query=Loi+n°+2019-486+du+22+mai+2019+relative+à+la+croissance+et+la+transformation+des+entreprises&searchField=ALL&tab_selection=all

³³ Ordonnance n° 2016-1057 du 3 août 2016 relative à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques, https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000032966695?init=true&page=1&query=Ordonnance+n°+2016-1057+du+3+août+2016+relative+à+l%27expérimentation+de+véhicules+à+délégation+de+conduite+sur+les+voies+publiques&searchField=ALL&tab_selection=all

La loi PACTE ne prévoit rien en matière de responsabilité civile. La loi du 5 juillet 1985 dite loi Badinter³⁴, qui a créé un régime occultant largement la notion de responsabilité et qui permet de demander la réparation au gardien (le propriétaire en général) ou au conducteur du véhicule, en imposant une obligation d'assurance, offre un cadre qui semble approprié aux expérimentations dès lors que c'est le titulaire de l'autorisation de circulation ou d'expérimentation (gardien du véhicule, soit son constructeur s'il expérimente lui-même le véhicule ou l'opérateur de transports) qui devrait indemniser la victime. Mais, en l'absence de jurisprudence sur ce point, le sujet demeure largement prospectif.

Au-delà du régime propre aux expérimentations, les normes pérennes s'élaborent lentement, compte tenu des contraintes du droit européen et international.

Parmi les premiers éléments d'un régime de droit pérenne, l'article 31 de la loi du 24 décembre 2019³⁵ a autorisé le Gouvernement à prendre par voie d'ordonnance des mesures définissant le régime de responsabilité applicable en cas de conduite partiellement automatisée. Le Gouvernement peut prévoir notamment d'imposer la fourniture d'information ou d'une formation appropriée, préalablement à la mise à disposition, la vente ou la location de véhicules à conduite partiellement automatisée. Des textes devraient intervenir en application de cette loi.

Par ailleurs, deux ordonnances du 14 avril 2021, prises sur le fondement de la même loi, encadrent la collecte de données et la responsabilité pénale. Elles seront ultérieurement précisées par des décrets.

Le traitement des données sera fondamental pour déterminer les responsabilités. L'enregistreur embarqué de données (« boîte noire »), dénommé dans le règlement de l'ONU³⁶, « système de stockage des données pour la conduite automatisée », qui a pour objet d'enregistrer les données permettant de définir les actions du conducteur et du système de conduite automatisée au moment d'un accident, devrait devenir obligatoire dans les véhicules à conduite automatisée, après intégration de la notion dans le droit de l'Union et dans le droit interne. Il complètera les données enregistrées par les « enregistreurs de données d'événements » qui sont rendus obligatoires par le règlement européen du 27 novembre 2019.

L'ordonnance n° 2021-442 du 14 avril 2021 relative à l'accès aux données des véhicules, qui anticipe sur le droit de l'Union européenne, ouvre notamment l'accès à des données anonymisées pour permettre la détection d'incidents, d'accidents et de conditions dangereuses de circulation par les gestionnaires d'infrastructures, forces de police et de gendarmerie et services d'incendie et de secours. Elle prévoit aussi que les organismes chargés de l'enquête technique et les sociétés d'assurance ont accès aux données des dispositifs d'enregistrement des données d'état de délégation de conduite (terme français retenu pour correspondre au concept défini par l'ONU), pour étudier les modalités d'indemnisation des victimes. L'existence de textes spécifiques aux finalités poursuivies par l'accès à ces données a permis de ne pas exiger un recueil du consentement sur leur conservation et leur traitement (sécurité publique, mission d'intérêt public, détection d'infractions pénales, article L. 1621-14 du code des transports).

L'ordonnance n° 2021-443 du 14 avril 2021 relative au régime de responsabilité pénale applicable en cas de circulation d'un véhicule à délégation de conduite et à ses conditions d'utilisation comporte deux volets.

D'une part, elle définit le régime de responsabilité pénale spécifique aux véhicules automatisés ayant un conducteur à l'intérieur du véhicule susceptible de reprendre la main. Alors que la loi PACTE s'appliquait à des prototypes expérimentaux, cette ordonnance concerne des véhicules devant faire l'objet d'une homologation au regard de normes techniques. La responsabilité du

³⁴ Loi n° 85-677 du 5 juillet 1985 tendant à l'amélioration de la situation des victimes d'accidents de la circulation et à l'accélération des procédures d'indemnisation, <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000006068902/>

³⁵ Loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039666574/>

³⁶ Règlement ONU du 20 juin 2020 énonçant des prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne leur système automatisé de maintien dans la voie qui n'est pas encore obligatoire au sein de l'UE

conducteur ne peut être engagée lorsque le système de conduite automatisée a été activé et fonctionne conformément à ses conditions d'utilisation ; c'est le constructeur qui, dans le cadre d'une présomption simple de responsabilité pénale, est responsable des dommages. Le conducteur n'est responsable que lorsqu'il reprend en main volontairement le contrôle du véhicule, lorsqu'il n'a pas repris la main à l'issue de la période de transition ou s'il n'a pas respecté pas les injonctions des forces de l'ordre.

D'autre part, l'ordonnance précise, avec un effet différé au plus tard au 1^{er} septembre 2022, les modalités de mise en service et d'exploitation d'un système de transport routier automatisé de personnes et de marchandises sans conducteur à bord mais avec un intervenant à distance. Elle anticipe l'évolution de la notion de conducteur telle qu'elle résulte la convention de Vienne sur la circulation routière. Alors que jusqu'à présent, un conducteur doit avoir constamment le contrôle du véhicule, à compter de l'entrée en vigueur d'un nouvel article en juillet 2022, un véhicule entièrement automatisé sera réputé avoir un conducteur. L'ordonnance prévoit que le système de transport routier automatisé est soumis à des conditions d'utilisation définies par le concepteur du système. Cette personne doit être titulaire du permis de conduire correspondant à la catégorie du véhicule considéré. En cas d'atteinte involontaire à la vie ou à l'intégrité des personnes ou de contravention, l'organisateur du service ou l'exploitant est pénalement responsable tandis que l'intervenant à distance est responsable des infractions qu'il peut commettre en intervenant ou en omettant d'intervenir.

Sujets d'étude

En matière civile, la loi dite Badinter n'apporte pas de solution satisfaisante. En effet, si on peut envisager que le conducteur ou le gardien du véhicule indemnise la victime lorsqu'il y a un conducteur à bord du véhicule, se pose la question de la responsabilité dans les périodes où sont actionnées les fonctions de conduite automatisée. En cas d'accident, le conducteur ou le gardien qui est tenu de s'assurer serait-il systématiquement la personne qui doit indemniser, quitte à se retourner contre le constructeur, puisque, comme tous les autres objets manufacturés, les véhicules à conduite automatisée seraient soumis à la responsabilité des produits défectueux prévue par les articles 1245 et suivants du code civil ? Ou la responsabilité du constructeur ne devrait-elle pas être automatiquement engagée si le système de conduite automatisée est activé ? Mais devra-t-on mettre en cause le seul constructeur du véhicule ou bien également le fabricant de la technologie embarquée d'automatisation ou la société responsable de la transmission des données de géolocalisation ? Faudra-t-il alors pour résoudre la question de l'indemnisation faire appel à un fonds de garantie alimenté par les différentes parties à la création du véhicule ? On peut penser que le dispositif de réparation du préjudice devant être simple pour la victime, le propriétaire du véhicule indemnise la victime, son assureur se retournant ensuite sur celui qu'il considère comme responsable de l'accident (constructeur, équipementier, exploitant du logiciel, responsable des infrastructures, ...).

Le conducteur jusque-là seul maître à bord de son véhicule, pourra avoir l'impression d'être surveillé et de laisser un très grand nombre de données en grande partie personnelles être captées pendant le temps du trajet pour les besoins des recherches de responsabilité mais aussi, comme le prévoit l'ordonnance du 21 avril 2021 sur l'accès aux données, pour la sécurité routière et la gestion des flux de transports, même si c'est sous une forme anonymisée. Il devra sans doute être informé du fait que ce dispositif est nécessaire pour assurer le fonctionnement des véhicules à conduite automatisée. Si l'accès aux données relève de la loi, il serait souhaitable que les modalités de traitement de ces données soient très précisément rappelées dans les contrats passés avec les personnes, qu'il s'agisse de vente ou de location de véhicules.

ANNEXE 2 : Personnes auditionnées

Vincent Abadie, vice-président, *senior expert* ADAS et conduite autonome - PSA

Véronique Berthault, responsable du programme France Véhicule autonome - RATP

Henri Coron, directeur du développement commercial et **Nicolas de Crémiers**, directeur marketing - Navya

Catherine David, directrice générale adjointe en charge de l'exploitation et de la gestion de l'espace public et des mobilités et **Pierre Soulard**, responsable du service mobilité urbaine – Métropole de Lyon

Xavier Delache, sous-directeur des études et de la prospective – DGITM, Ministère de la transition écologique

Catherine Goniot, directrice générale adjointe en charge de l'espace public et des mobilités durables - Métropole de Rouen

Anne Guillaume, *expert leader* en sécurité routière et santé - Renault

Pascal Jacquesson, directeur générale - Keolis Lyon

Jean-Marc Pagliero, directeur de l'activité véhicule sans conducteur - Alstom

Frédéric Saffroy, coordinateur projet Véhicule Autonome et **Patricia Villoslada**, vice-présidente exécutive des systèmes de transports autonomes – Transdev

ANNEXE 3 : Groupe de travail

Rapporteurs :

Raja Chatila et Catherine Tessier

Membres du groupe de travail :

Alexei Grinbaum, Claire Levallois-Barth, Caroline Martin, Jérôme Perrin ;

Membres invités :

Guillaume Travers puis Jérémy Diez - DGITM, Ministère de la transition écologique

Julien Chiaroni, directeur du Grand Défi « Sécurisation, certification et fiabilisation de l'intelligence artificielle » - Secrétariat général pour l'investissement

Ont également contribué aux travaux :

Karine Dognin-Sauze, Valéria Faure-Muntian

Les membres du Comité national pilote d'éthique du numérique

Gilles Adda

Raja Chatila

Theodore Christakis

Laure Coulombel

Jean-François Delfraissy

Laurence Devillers

Karine Dognin-Sauze

Gilles Dowek

Valeria Faure-Muntian

Christine Froidevaux

Jean-Gabriel Ganascia

Eric Germain

Alexei Grinbaum

David Gruson

Emmanuel Hirsch

Jeany Jean-Baptiste

Claude Kirchner - directeur

Augustin Landler

Christophe Lazaro

Gwendal Le Grand

Claire Levallois-Barth

Caroline Martin

Tristan Nitot

Jérôme Perrin

Catherine Tessier

Serena Villata

Célia Zolynski

Contact : ccne-numerique@ccne.fr

