

L'automatisation des véhicules

INSPECTION GENERALE
DE L'ADMINISTRATION

N° 16040-R



CONSEIL GENERAL
DE L'ENVIRONNEMENT
ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
010629-01





INSPECTION GENERALE
DE L'ADMINISTRATION

N° 16040-R

CONSEIL GENERAL
DE L'ENVIRONNEMENT
ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
010629-01

L'automatisation des véhicules

Etabli par

Jean-François ROCCHI
Inspecteur général
de l'administration

Hervé de TRÉGLODÉ
Ingénieur général des mines

Bernard FLURY-HÉRARD
Ingénieur général des ponts,
des eaux et des forêts

Philippe BODINO
Chargé de mission à l'inspection
générale de l'administration

Frédéric RICARD
Ingénieur en chef des ponts,
des eaux et des forêts

- Février 2017 -

SYNTHESE

Par lettre datée du 17 mars 2016, le ministre de l'intérieur et le secrétaire d'État chargé des transports, de la mer et de la pêche ont confié une mission sur le déploiement en France des véhicules autonomes à l'inspection générale de l'administration (IGA) et au conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD). Les ministres demandent aux deux inspections de les éclairer sur les impacts des transformations à venir, ainsi que sur les évolutions réglementaires destinées à accompagner et à faciliter l'arrivée des véhicules autonomes dans notre pays.

Le changement qui se déroule déjà sous nos yeux constitue une évolution rapide et inéluctable qui touche le monde entier et met l'industrie française sous tension. Tirée par les avancées de la recherche dans les domaines de l'intelligence artificielle, des aides à la conduite et des capteurs, une véritable course de vitesse vers l'autonomie a lieu dans les principaux pays industriels et s'étend aux pays émergents.

Le degré d'autonomie des véhicules est apprécié en fonction d'un classement en cinq niveaux (croissants de 1 à 5). Un véhicule est considéré comme pouvant être autonome à partir du niveau 3. Les aides à la conduite deviennent de plus en plus répandues, de sorte que des véhicules de niveau 2 sont déjà disponibles sur le marché, avec des fonctions comme le freinage d'urgence ou le maintien dans les couloirs de circulation. À l'autre bout du spectre, des navettes totalement automatisées, de niveau 5, sont en phase de tests, et des projets de voiture sans conducteur sont expérimentés, par Google et d'autres entreprises. De nombreux pays se sont engagés dans des expérimentations (aux États-Unis, en Allemagne, en Suède, au Royaume-Uni, en Chine, au Japon, en Corée du Sud, notamment). La France vient de modifier sa législation pour doter les expérimentations d'un cadre juridique, avec la publication de l'ordonnance du 3 août 2016, dont les textes d'application sont en cours d'adoption.

La réglementation routière étant très encadrée par des normes internationales, les organes compétents ont commencé à travailler aux adaptations qui seraient nécessaires pour autoriser, dans des conditions précises, la venue des nouveaux dispositifs. En particulier, le groupe de travail compétent (WP1) pour traiter les questions de sécurité routière au sein de la commission des Nations Unies pour l'Europe (UNECE) a adopté récemment un amendement à la convention de Vienne de 1968 qui ouvre la voie à des véhicules dotés de fonctions d'autonomie. Ce travail n'est pas considéré comme achevé.

Dans ce contexte marqué par une intense compétition, la France a commencé depuis trois ans à se mobiliser. En témoigne le projet de la Nouvelle France Industrielle (NFI), dont l'un des programmes porte sur les transports intelligents, en particulier le véhicule autonome. En organisant un partenariat entre les industriels, les centres de recherche et les pouvoirs publics, la NFI fédère la réflexion sur le domaine considéré, et a déjà permis de réaliser des avancées intéressantes.

Néanmoins, le dispositif français connaît des faiblesses qui appellent des corrections rapides.

En dépit d'initiatives notables, et malgré les expérimentations en nombre croissant qui sont menées par les industriels et instituts français, les entreprises et centres de recherche sont encore loin de la mobilisation affichée par des concurrents étrangers.

L'effort de recherche, tant privé que public ou partenarial, est encore trop dispersé. Il souffre d'un manque de coordination évident. De nombreux champs comme ceux relatifs à l'acceptabilité des systèmes ne sont pas assez explorés. Surtout, cet effort est insuffisant par rapport à celui des grands pays du secteur, comme les États-Unis ou l'Allemagne.

Le soutien que l'État apporte aux acteurs techniques et industriels n'est pas assez puissant ni assez organisé. Les ministères impliqués dans ce soutien (environnement, intérieur, économie) ne se sont pas

encore mobilisés d'une manière homogène et suffisamment coordonnée. De plus, le travail interministériel n'est pas assez structuré, en dépit d'efforts récents avec la mise en place d'un groupe inter administrations et d'une *task force*.

La mission CGEDD-IGA estime nécessaire d'apporter très rapidement, dès les premiers mois de 2017, des inflexions propres à doter la France du cadre adapté au déploiement du véhicule autonome.

Les améliorations à lancer doivent se déployer dans quatre directions :

1. En premier lieu, il faut organiser plus efficacement l'action publique et désigner un pilote général. Le travail interministériel doit être affermi et un directeur de projet désigné. Plus fondamentalement, il faut que le gouvernement français, à l'instar de plusieurs de ses homologues à l'étranger (États-Unis, Allemagne, Royaume-Uni), adopte rapidement un document d'orientation générale définissant les objectifs poursuivis, le calendrier et les mesures d'accompagnement, venant en complément de la NFI. Ce travail doit trouver son prolongement dans les négociations internationales (à Bruxelles et à Genève), où la voix de la France doit être portée de manière plus coordonnée et volontariste.

L'efficacité de l'action publique passe également par l'amélioration de l'organisation du travail au sein de l'un des ministères les plus impliqués, celui de l'intérieur. Un chef de projet doit être désigné au niveau du ministère, la délégation à la sécurité et la circulation routières (DSCR) doit se mettre plus nettement en *mode projet*, et l'ensemble des directions intéressées doit avancer au même rythme sur un pas plus soutenu.

2. En deuxième lieu, l'effort de recherche et d'innovation doit être accentué, et l'impact des nouveaux véhicules sur l'économie et la société mesuré :

D'abord, il convient que les instituts de recherche et d'expertise intensifient et élargissent leurs travaux. Les ministères de l'environnement et de la recherche doivent mieux se coordonner. Les crédits affectés à ces travaux doivent être augmentés, y compris sur les volets touchant aux sciences humaines.

Ensuite, De nombreux secteurs d'activités seront affectés par le déploiement des véhicules à délégation de conduite. Outre ceux de l'industrie automobile, bien sûr, le secteur de l'assurance sera amené à évoluer en profondeur. Il en sera de même pour les activités de transport, et, plus largement, pour des secteurs entiers de la mobilité.

Les conséquences sont cependant encore inconnues, notamment pour ce qui touche à l'emploi. De même, L'attractivité et l'acceptabilité sociale des nouveaux véhicules restent incertaines. Elles résulteront de facteurs objectifs (prix, amélioration de la sécurité, amélioration du confort, etc.), mais aussi de facteurs psychologiques plus difficiles à anticiper. Il importe en conséquence que l'administration mette en place les outils d'analyse et de suivi de ces perceptions afin de savoir réagir sans délai en fonction des nécessités qui se feront jour.

3. Les infrastructures et les réseaux devront être progressivement adaptés :

Les véhicules autonomes auront des conséquences lourdes pour la conception, l'aménagement et l'entretien de la voirie. Une réflexion doit être ouverte sur les standards ou les systèmes de notation de qualité à mettre en place, et sur les aménagements nécessaires (par exemple aux péages d'autoroutes).

Les véhicules autonomes seront aussi des véhicules connectés (avec l'infrastructure et entre eux). Les réseaux permettant les communications véhicule-infrastructure devront être déployés dans la mesure du possible sur les axes à fort trafic, et là aussi une stratégie est nécessaire. L'enregistrement des données nécessaires à la détermination des responsabilités en cas d'accident, est sur la voie d'un règlement européen imposant l'EDR (Event Data Recorder). En revanche, la question de l'enregistrement d'un champ

plus important de données (au moyen de dispositifs dénommés ADDR pour *Automotive Digital Data Recorder*) et de leur exploitation (par les forces de l'ordre, mais aussi par le propriétaire du véhicule) devra être traitée, au niveau européen. La question fait actuellement l'objet de discussions délicates entre constructeurs et la Commission européenne.

4. Les politiques routières et le domaine de la sécurité seront fortement touchés par l'évolution :

Les politiques routières devront changer tout en veillant à conserver un haut niveau de sécurité, en particulier pendant la phase de déploiement progressif des véhicules autonomes. En effet, pendant de longues années, la cohabitation de véhicules peu ou pas automatisés et de véhicules à l'autonomie croissante va créer des situations porteuses de nouveaux risques qu'il est difficile de bien évaluer aujourd'hui.

C'est pourquoi, tout en accompagnant le déploiement du véhicule autonome, il convient de rester vigilant et de l'encadrer dans des limites garantissant que le niveau de la sécurité routière ne se détériore pas. La mission CGEDD-IGA recommande que trois principes viennent régir les futures évolutions du code de la route :

- la conduite autonome doit être facilitée, rester dans des limites réalistes, et faire progresser les comportements des conducteurs ;
- le développement de la circulation en mode autonome doit être soutenu par des évolutions progressives, afin de vérifier à chaque étape que la technologie est suffisamment fiable, la réglementation évoluant elle-même graduellement ;
- la reconnaissance de la conduite en mode autonome doit se concilier avec la sécurité routière en toutes circonstances.

Les évolutions du code de la route que préconise la mission sont dans la ligne de ces principes.

La formation et l'information des conducteurs sont des enjeux essentiels :

L'arrivée des véhicules autonomes va bouleverser les apprentissages de la conduite et poser des nouveaux défis pour la formation et l'information des utilisateurs de la route. La mission recommande de mettre en place un système d'unités de valeur obligatoire, correspondant au niveau d'autonomie atteint par le conducteur, et d'impliquer fortement les vendeurs de véhicules dans l'accompagnement des clients à la prise en main des véhicules, au moment de l'achat.

Tout cela aura des conséquences sur la responsabilité des utilisateurs, de moins en moins « conducteurs », et de plus en plus « passagers ». Les personnes interrogées à ce sujet par la mission estiment en général que le droit actuellement en vigueur sur la responsabilité civile, depuis la loi Badinter du 5 juillet 1985, est suffisamment robuste pour s'adapter aux nouvelles situations, de sorte qu'il ne faudrait pas en bouleverser les règles. En revanche, la question de la responsabilité pénale est plus ouverte et mérite une réflexion.

En parallèle, les métiers de la sécurité routière devront s'adapter dans un délai assez bref. Ceci vaut pour la police de la route, mais aussi pour les intervenants de la sécurité civile.

Une attention particulière doit être portée à la sécurité des dispositifs électroniques que vont utiliser les nouveaux véhicules. Déjà, la « cyberdélinquance » est active et s'étend. Elle sera encore plus forte demain, et les outils pour la combattre ne sont pas assez organisés, ni assez puissants, tant en France qu'au niveau international. Une accentuation de l'effort de l'administration paraît nécessaire en ce domaine.

TABLE DES RECOMMANDATIONS PRIORITAIRES

PRIORITES	DESTINATAIRES	RECOMMANDATIONS
1	Premier ministre, MEEM	Désigner rapidement le directeur du projet assurant le pilotage du dossier « véhicule autonome ». (recommandation n°1b)
2	Gouvernement	Établir le plus tôt possible en 2017 un document d'orientation générale sur la politique de l'État envers le déploiement du véhicule autonome (MEEM, MINEFI et MININT, en liaison avec les instituts de recherche). (recommandation n°1a)
3	MEEM, Ministère de la recherche	Intensifier l'effort de recherche sur les véhicules autonomes. (recommandation n°4)
4	Premier ministre, MEEM	Renforcer la lutte contre la cybercriminalité automobile. (recommandations n°8-9 et 10)
5	MININT	Adapter rapidement les moyens des forces de sécurité (police de la route, sécurité civile) aux enjeux du véhicule autonome. (recommandations n°11-12-13 et 14)
6	MININT, MEEM	Faire évoluer le code de la route pour faciliter le déploiement des véhicules autonomes sans réduire le niveau de la sécurité routière. (recommandation n°14)
7	MININT	Rendre obligatoire la formation et l'information des conducteurs de véhicules autonomes. (recommandation n°15)
8	MEEM	Adapter les infrastructures (autoroutières notamment) et enregistrer les données du véhicule autonome. (recommandations n°16-17)

Liste des recommandations par ordre d'apparition dans le rapport

Recommandation n°1 :	1a : Etablir le plus tôt possible en 2017 un document d'orientation générale sur la politique de l'Etat envers le déploiement du véhicule autonome (MEEM, MINEFI et MININT, en liaison avec les organismes de recherche). 1b : Désigner rapidement le directeur du projet assurant le pilotage du dossier « véhicule autonome » (Premier ministre, MEEM).	31
Recommandation n°2 :	Nommer un directeur de projet à l'échelle du MININT ; revoir le dispositif de la DSCR pour gérer le dossier plus efficacement ; impliquer les directions autres que la DSCR (ministère de l'intérieur).	32
Recommandation n°3 :	Intensifier l'effort de recherche sur les véhicules autonomes (MEEM, ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche).....	33
Recommandation n°4 :	Commander des études et recherches pour mesurer le lien entre l'automatisation croissante des véhicules et l'amélioration de la sécurité routière en France (DSCR). Réaliser un retour d'expérience systématique de l'introduction des ADAS.	34
Recommandation n°5 :	Doter le CNSR d'une sous-commission sur les véhicules connectés et autonomes. Soumettre le sujet au comité des experts du CNSR (DSCR).	34
Recommandation n°6 :	Ouvrir une discussion au niveau européen et international pour élaborer une norme concernant l'information du conducteur, l'alerte et la reprise en main (MEEM).	35
Recommandation n°7 :	Désigner un coordinateur des acteurs en charge de la cybersécurité des véhicules connectés ou autonomes (Premier ministre). Structurer le dispositif de lutte contre la cybercriminalité en renforçant les structures nouvellement créées, le partenariat police-gendarmerie, la relation avec les centres de recherche et les constructeurs (ANSSI, MININT, MEEM).	37
Recommandation n°8 :	Astreindre par la réglementation les constructeurs et équipementiers à installer des systèmes de cybersécurité qui devront être testés et validés avant toute mise en service et pris en compte lors de la réception par type (MEEM).....	37
Recommandation n°9 :	Réfléchir à l'application de la directive NIS au domaine de la cybersécurité des véhicules autonomes, notamment aux plateformes de supervision et aux réseaux de collecte de données, ainsi qu'à la mise en place d'un CERT (<i>Computer Emergency Response Team</i>) spécifique aux véhicules connectés ou autonomes (ANSSI).	38
Recommandation n°10 :	Mettre en place les outils juridiques et technologiques pour permettre aux forces de l'ordre d'agir sur les véhicules automatisés dans les cas de crimes et délits (MININT, ministère de la justice).	38
Recommandation n°11 :	Modifier les fiches BAAC pour y intégrer les données relatives aux véhicules automatisés (MININT).....	39
Recommandation n°12 :	Mettre en place un système d'identification des véhicules automatisés à destination des forces de l'ordre ; permettre un dialogue entre les véhicules automatisés et les forces chargées du contrôle de la circulation (MININT).....	39

Recommandation n°13 :	Prendre en compte dans les cas d'usage les besoins des véhicules prioritaires (pompiers, forces de l'ordre), et les situations de crises de sécurité civile (MININT).	40
Recommandation n°14 :	Faire évoluer le code de la route pour faciliter le déploiement des véhicules autonomes sans réduire le niveau de la sécurité routière (MININT, MEEM).....	45
Recommandation n°15 :	Agir rapidement sur l'information et la formation des usagers et des conducteurs de véhicules automatisés. 15a : Intégrer une information relative aux véhicules automatisés au niveau du « continuum éducatif », du permis de conduire, et des actions de prévention routière et de communication sur la sécurité routière (MININT). 15b : Pour les niveaux 3 et 4 (SAE), créer une unité de valeur constituant un pré requis obligatoire pour la conduite d'un véhicule autonome (MININT). 15c : Imposer aux concessionnaires automobiles de mettre en place un module obligatoire de prise en main du véhicule automatisé lors de son achat (MININT, MEEM).....	47
Recommandation n°16 :	Déterminer avec les sociétés d'autoroute les aménagements nécessaires pour accueillir les véhicules autonomes en toute sécurité en veillant en particulier à la problématique de l'approche des péages et des fins de section autoroutière (DGITM).....	50
Recommandation n°17 :	Créer une base de données publiques contenant au minimum des informations de limitations de vitesse de restrictions de voirie et restrictions catégorielles et rendre la mise à jour des données obligatoires ; les services de voiture autonome auront l'obligation de prendre en compte ces données. Cette base de données devra être évolutive pour accepter d'autres informations (MEEM, MININT).....	51
Recommandation n°18 :	Mettre à l'étude la responsabilité pénale des futurs utilisateurs de véhicule autonome (ministère de la justice).....	57
Recommandation n°19 :	Établir au niveau national, et si possible européen, les principes que devront respecter les véhicules autonomes en cas d'accident inévitable (MININT, MEEM, en liaison avec le ministère de la justice).	57
Recommandation n°20 :	Conduire une étude approfondie sur les possibilités et les conséquences de l'introduction de navettes autonomes dans les grandes villes françaises (MEEM, MINEFI).	60
Recommandation n°21 :	Lancer une étude sur les conséquences des véhicules autonomes en termes économiques et sociaux dans les professions concernées (MEEM, MINEFI).	60

SOMMAIRE

Table des recommandations prioritaires.....	9
Introduction.....	15
1 Malgré de grands efforts depuis 2013, la France n'a pas encore atteint, dans plusieurs domaines, un niveau de préparation suffisant.....	21
1.1 Le contexte international presse la France d'agir.....	21
1.1.1 <i>Les organisations internationales, tant à Bruxelles qu'à Genève, ont entamé le mouvement préparant le déploiement des véhicules autonomes.....</i>	<i>21</i>
1.1.2 <i>Les grandes nations industrielles ont pris des initiatives pour soutenir et encadrer les expérimentations et le déploiement des véhicules autonomes.....</i>	<i>22</i>
1.2 Les acteurs publics et privés français : une mobilisation récente, mais qui s'étend.....	24
1.2.1 <i>Le projet de la Nouvelle France Industrielle (NFI) a réussi à bien fédérer pouvoirs publics, chercheurs et industriels dans une démarche commune.....</i>	<i>24</i>
1.2.2 <i>L'industrie française entend bien rattraper vite son retard, en lançant des expérimentations en nombre croissant.....</i>	<i>26</i>
1.2.3 <i>Les ministères n'ont pas un niveau d'organisation homogène, et la coordination interministérielle n'est pas assez serrée, ni active, en dépit d'initiatives récentes.....</i>	<i>27</i>
1.2.4 <i>La mobilisation de l'expertise et de la recherche publiques et privées est une réalité, mais elle n'a pas atteint l'intensité souhaitable.....</i>	<i>28</i>
2 Les améliorations indispensables pour que la France relève le défi avec succès.....	31
2.1 Il faut en premier lieu organiser plus efficacement l'action publique et désigner un pilote.....	31
2.1.1 <i>Un document d'orientation générale sur le déploiement des véhicules autonomes doit être vite préparé et publié par le gouvernement.....</i>	<i>31</i>
2.1.2 <i>Le travail interministériel doit être affermi et accéléré.....</i>	<i>31</i>
2.1.3 <i>La France doit se mobiliser plus efficacement dans les négociations internationales.....</i>	<i>32</i>
2.1.4 <i>Le ministère de l'intérieur doit intervenir de manière plus volontariste et mieux organisée.....</i>	<i>32</i>
2.1.5 <i>La recherche doit être intensifiée et élargie.....</i>	<i>33</i>
2.2 Il faut se préparer à changer les politiques publiques de sécurité routière.....	33
2.2.1 <i>Durant la longue phase de déploiement des véhicules autonomes, la sécurité routière doit demeurer au cœur de toutes les attentions.....</i>	<i>33</i>
2.2.2 <i>La lutte contre la cybercriminalité automobile doit être renforcée.....</i>	<i>36</i>
2.2.3 <i>Il faut sans attendre préparer la police routière aux changements à venir.....</i>	<i>38</i>
2.2.4 <i>Les métiers de la sécurité civile vont devoir s'adapter.....</i>	<i>39</i>
2.3 Le code de la route va devoir être modifié.....	40
2.3.1 <i>Trois principes devront régir les évolutions réglementaires.....</i>	<i>41</i>
2.3.2 <i>Les conducteurs devront être mieux formés et renseignés sur la conduite déléguée des véhicules autonomes.....</i>	<i>45</i>
2.4 Les routes et les aménagements routiers devront s'adapter parallèlement au déploiement des véhicules autonomes.....	47
2.4.1 <i>Le réseau routier.....</i>	<i>47</i>

2.4.2	<i>La route et le véhicule continueront d'évoluer en symbiose</i>	48
2.5	Les règles en vigueur en France en matière de responsabilité individuelle et d'assurance sont en question	56
2.5.1	<i>La responsabilité en cas d'accident est appelée à évoluer</i>	56
2.5.2	<i>Les secteurs de l'assurance et de l'assistance vont devoir se préparer à des mouvements économiques de grande ampleur</i>	58
2.6	Les véhicules autonomes pourraient changer en profondeur l'économie et l'écologie des transports.....	58
2.6.1	<i>L'acceptation sociale dépendra principalement des avantages nouveaux donnés aux conducteurs, passagers et entreprises</i>	58
2.6.2	<i>Des études et des recherches sont nécessaires pour affiner les conséquences des véhicules autonomes sur le modèle économique et social des transports</i>	59
	Conclusion	61
	Annexes	63
	Annexe n° 1 : Lettre de mission	65
	Annexe n° 2 : Liste des personnes rencontrées.....	67
	Annexe n° 3 : Glossaire des sigles et abréviations.....	73
	Cahier annexe numéro 1	
	Annexe n° 4 : Les systèmes équipant les véhicules	
	Annexe n° 5: Les capteurs et l'intelligence artificielle des véhicules autonomes	
	Annexe n° 6 : Les investissements des entreprises sur l'automatisation des véhicules	
	Annexe n° 7 : L'état du droit relatif au véhicule autonome dans les pays étrangers	
	Annexe n° 8 : Véhicules automatisés et sécurité routière	
	Cahier annexe numéro 2	
	Annexe n° 9 : la Cybersécurité	
	Annexe n° 10 : l'état de la recherche en France dans le monde	
	Annexe n° 11 : les poids-lourds, les navettes, les bus autonomes	
	Annexe n° 12 : l'impact économique et social des véhicules autonomes. L'acceptabilité sociale	

INTRODUCTION

Une évolution rapide et inéluctable qui touche le monde entier et met l'industrie française sous tension

En France comme ailleurs, l'automatisation des véhicules routiers est étudiée depuis longtemps. Ces dernières années, les recherches se sont intensifiées et accélérées dans tous les grands pays industriels, notamment sous l'effet de la publicité faite et des espoirs nés autour du projet de Google. Depuis 2012, bien des progrès technologiques ont hâté le mouvement. Singulièrement, il s'agit de ce qui concerne l'apprentissage profond (*deep learning* en anglais) grâce aux réseaux de neurones artificiels à la base des systèmes d'apprentissage et de classification, les capteurs et l'analyse de leurs données, les aides à la conduite, la puissance des processeurs et les connexions. Le mouvement est devenu une véritable course de vitesse vers l'autonomie. Y participent activement près d'une quarantaine de groupes industriels, issus tant de l'industrie de l'automobile (constructeurs et équipementiers) que de l'industrie numérique (Google, Baidu, Huawei, Mobileye, Nvidia, Tencent, etc.). En de nombreux pays, les espoirs dominent sur les hésitations.

Des enjeux importants susceptibles de bouleverser le paysage de la mobilité

Le véhicule autonome est présenté par ses promoteurs comme un atout décisif en termes de sécurité routière, la plupart des accidents survenant en raison d'un facteur lié au conducteur. L'automatisme est supposé corriger les carences ou les faiblesses du conducteur humain, et apporter un supplément de sécurité qui fait défaut aujourd'hui.

De même, sont mis en avant des arguments liés au confort : soulagés de la fatigue de la conduite en zone de congestion, les automobilistes, devenus passagers, pourront se reposer, lire, traiter leurs messages électroniques ou se consacrer à des loisirs. Ce surcroît de confort est un élément vital pour le développement du véhicule autonome. Il conditionne en partie son acceptation par le public. Il crée aussi une menace allant à rebours des thèses qui soutiennent que l'autonomie des véhicules va régler une partie des problèmes d'embouteillage, en pouvant au contraire favoriser l'étalement urbain.

Les conséquences sur le modèle urbain et sur les modes de vie sont difficiles à prédire, mais elles seront indéniablement lourdes.

Les enjeux ne sont en effet pas seulement technologiques. Il y entre une grande part de comportements, individuels et collectifs, et une grande part de psychologie.

Ces enjeux sont d'autant plus complexes que les impacts de l'automatisation sur l'économie des transports sont encore très imprécis, et pèseront dans l'appréciation que les différents acteurs porteront à l'avenir, d'autant que le mouvement semble rapide et inéluctable.

Les définitions

Les appellations ne sont pas encore définitivement fixées. Les francophones parlent de véhicules automatisés, de véhicules semi-autonomes ou autonomes, de véhicules sans conducteurs, de véhicules à délégation de conduite. Les anglophones parlent de *self-driving vehicles*, de *driverless vehicles*, de *autonomous vehicles*, etc. Depuis l'été dernier, la *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) aux États-Unis est convenue d'appeler *Autonomous Vehicle* (AV) tout véhicule qui peut être conduit, à un moment ou à un autre, par un système d'autonomie sans surveillance constante d'un conducteur. C'est cette définition du véhicule autonome que la Mission CGEDD-IGA retiendra dans le présent rapport.

Plus précisément, les véhicules sont classés selon leur capacité d'autonomie. Le classement le plus utilisé est celui de la SAE International, association internationale dont le siège est aux États-Unis. IElle a défini six niveaux dans sa norme J3016 de janvier 2014. C'est l'échelle utilisée en Europe. De façon résumée, les niveaux y sont définis dans le document tableau ci-dessous. La mission CGEDD-IGA ne l'a pas traduit en français, eu égard au poids de ses mots anglais largement utilisés dans le monde, notamment les termes en italique.

Tableau 1 : Les différents niveaux SAE

SAE Level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
Human driver monitors the driving environment						
0	No Automation	The <i>full-time performance</i> by the human driver of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	Driver assistance	The <i>driving mode-specific</i> execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	Partial Automation	The <i>driving mode-specific</i> execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspect of the <i>dynamic driving task</i>	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
3	Conditional Automation	The <i>driving mode-specific</i> performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a request to intervene	System	System	Human Driver	Some driving modes

4	High Automation	The driving mode-specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the dynamic driving task, even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	System	Some driving modes
5	Full Automation	The full-time performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the dynamic driving task under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	All driving modes

Source : Copyright 2014 SAE International. The summary table may be freely copied and distributed provided SAE International and J3016 are acknowledged as the source and must be reproduced AS-IS

L'une des expressions les plus importantes y est « *request to intervene* ». On la traduira par « demande de reprise en main ». Que ce soit par voie visuelle, auditive, ou encore haptique comme la vibration du siège du conducteur, c'est le signal donné au conducteur humain, par le système embarqué d'autonomie, de reprendre le contrôle de la voiture ¹.

Selon la NHTSA, et selon la mission CGEDD-IGA, un véhicule, voiture ou autre, sera dit autonome (*autonomous* en anglais) s'il est capable de circuler aux niveaux 3, 4 ou 5 au moins à un moment ou en un lieu convenable. Ces moments ou ces lieux définissent les domaines d'emploi dudit véhicule autonome (*Operational Design Domains*, ou ODD, selon les termes retenus par la NHTSA).

Les véhicules seront très différents demain et évoluent vers une électronique croissante

Tous les véhicules vendus aujourd'hui dans le monde renferment déjà des équipements comportant une part considérable d'électronique. L'annexe 4 comporte une classification de systèmes de sécurité et de confort faisant appel à l'électronique. Les systèmes plus ou moins avancés d'assistance et d'aide à la conduite (ADAS pour *Advanced Driver Assistance System*) permettent une première automatisation de la conduite.

Les plus récentes aides à la conduite (ADAS) sont des systèmes monofonctionnels avec une intelligence informatique plus poussée : il s'agit des régulateurs de vitesse adaptatifs², des freinages automatiques d'urgence, des dispositifs de maintien dans la file, ou de direction automatique, etc.

En plus de ces systèmes touchant la fonction de conduite, il faut ajouter les systèmes de connexion des véhicules à leur environnement extérieur : *infotainment*³, géolocalisation, appel d'urgence (*eCall* bientôt obligatoire dans les pays de l'Union européenne), connexion automatique du véhicule avec le constructeur, l'équipementier ou le réparateur, boîtier relié à l'assureur, etc.

¹ L'autre grand type de classement est celui utilisé notamment par la NHTSA et d'autres entreprises aux États-Unis, mais aussi ailleurs (comme en Chine). Il comprend un niveau de moins, c'est-à-dire cinq niveaux. De manière simplifiée, on peut dire que son quatrième niveau regroupe à peu près les niveaux 4 et 5 de l'échelle de la SAE International. L'échelle NHTSA ne sera bientôt plus guère en usage, puisque la NHTSA y a renoncé à l'été 2016, préférant désormais recourir à l'échelle SAE.

² Qui ralentissent si le véhicule précède lentement.

³ *L'infotainment*, ou infodivertissement, regroupe les services d'information (stations de radio notamment) et de divertissement (musique, etc.) offerts au conducteur et aux passagers.

L'impact sur la sécurité

Plusieurs systèmes de sécurité sont d'une grande efficacité, comme le *système antiblocage des roues (Antiblockiersystem* ou ABS), ou l'ESP⁴ (*Electronic Stability Program*), destiné à améliorer le contrôle de trajectoire d'une voiture, par exemple. De plus en plus de systèmes de sécurité sont ainsi apparus si avantageux qu'ils sont devenus obligatoires : ABS, ESP pour les véhicules particuliers, AEB (*Automatic Emergency Braking*) pour les poids lourds, etc.⁵

Des rapports, publiés en Europe, en démontrent les avantages au regard de la sécurité. Ainsi les études ayant conduit au rapport de novembre 2007 du projet européen TRACE, en particulier sur les ESP et régulateur de vitesse adaptatif⁶. Les résultats quantitatifs donnés en 2008 par le projet européen PreVENT vont dans le même sens : la mortalité serait diminuée d'un pourcentage compris entre 10 % et 20 % pour toutes les aides à la conduite, sauf pour les systèmes permettant un franchissement plus sûr des intersections (amélioration inférieure à 1 %).

D'autres travaux (études sur le cas d'Ann Arbor dans le Michigan aux États-Unis, études générales de la NHTSA, recherches de l'IFSTTAR, etc.) ont démontré aussi les nets avantages apportés à la sécurité routière par des connexions entre véhicules (appelées V2V), ou entre routes et véhicules (appelées I2V). En Europe, les conclusions du C-ITS Program de la commission européenne (*Cooperative Intelligent Transport Systems Program*, cf. rapport⁷ de janvier 2016) sont semblables.

En revanche, de nouvelles causes d'accidents pourraient survenir (coexistence de véhicules autonomes et non autonomes, pannes de logiciels, cybersécurité).

Les différents types de véhicules autonomes et leurs domaines d'emploi

S'il est si important de parler des aides à la conduite (ADAS), c'est parce qu'elles accompagnent les recherches et les développements vers des véhicules de plus en plus automatisés et autonomes. Certes, on ne passe pas du niveau 0 au niveau 3 par une simple accumulation ou un simple perfectionnement des aides à la conduite. Il faut aussi un développement de l'intelligence artificielle qui va faire agir ensemble les capteurs (caméras, radars, sonars et lidars) et les automatismes embarqués. Autrement dit, sans freinage automatique d'urgence et autres aides, il ne peut y avoir de véhicule autonome. Mais sans intelligence artificielle fusionnant et synthétisant à tout instant les données utiles sur l'environnement extérieur, le véhicule ne conduira jamais seul, si bardé d'automatismes soit-il.

Les technologies étudiées concernent tous types de véhicules : voitures, poids lourds, autobus, navettes surtout. À ce jour, les résultats les plus visibles regardent les navettes, les poids lourds (dans des lieux fermés à la circulation publique), et les matériels militaires. Des progrès rapides ont ainsi été obtenus pour la circulation à basse vitesse de petites navettes pour le transport en commun de voyageurs. De nombreuses villes dans le monde s'y intéressent ; plusieurs (Helsinki, La Rochelle, Lyon, Sion, notamment) ont déjà engagé des expérimentations sur routes ouvertes à d'autres circulations. De même, des camions sans conducteur circulent déjà en exploitation minière à ciel ouvert en Australie, hors route ouverte à la

⁴ Ou ESC Electronic Stability Control.

⁵ Aux États-Unis, une étude de l'*Insurance Institute for Highway Safety* (IIHS), dont les résultats ont été publiés en 2010, a conclu de même quant à l'amélioration de la sécurité permise par les ADAS. Une autre étude de l'IIHS, faite avec l'*Highway Loss Data Institute* (HLDI) aux États-Unis et achevée en 2016, a démontré l'efficacité des systèmes prévenant les collisions, notamment les freinages automatique d'urgence. D'autres études de la NHTSA ont donné des résultats semblables. Les analyses et synthèse faites aux États-Unis et au Royaume-Uni (rapport de Swiss Re Group et Here publié en 2016, etc.) sur les assurances paraissent démontrer, elles aussi, que la modernisation et le déploiement continus des aides à la conduite devrait vite mener à une rapide diminution des accidents graves.

⁶ *Adaptive Cruise Control* ou ACC en anglais.

⁷ « *With alert generated from the increased information available, these systems [i.e. vehicle-to-vehicle communications or vehicle-to-infrastructure communications] have a strong potential to improve road safety and the efficiency of the road transport.* » (Extrait du résumé du rapport final de janvier 2016).

circulation publique. Volvo, de son côté, teste en Suède des camions autonomes dans des mines souterraines.

Mais, c'est la voiture qui concentre partout les efforts les plus importants, tant son marché est vaste, tant sa sécurité est aujourd'hui préoccupante. Beaucoup croient que les voitures autonomes trouveront leur plus grand intérêt économique si elles sont *partagées*. Dans des flottes gérées par des entreprises (comme Didi Chuxing, Grab, Lyft, Uber, etc.), les voitures sans conducteur pourraient desservir des centres-villes où les besoins sont denses, ou même des régions périurbaines ou rurales où les transports publics sont rares. Des expérimentations en vraie grandeur ont commencé à Pittsburgh, à Singapour et à Tokyo (en vue des Jeux olympiques de 2020).

Des projets nombreux à l'étranger

Les recherches et développements dans le monde portent sur tous les usages possibles des véhicules autonomes.

Tous les pays industriels construisant des véhicules ont engagé des programmes de recherches et de développement en associant généralement toutes les parties prenantes : administrations publiques, instituts publics, universités, industries, etc. Si l'on mesure l'importance des travaux à l'aune des expérimentations et des investissements, les pays en tête apparaissent être les États-Unis, les pays européens (Allemagne, France, Royaume-Uni, Suède, etc.), le Japon, la Corée du Sud. Certainement, ce peloton sera-t-il bientôt rejoint par la Chine, si ce n'est déjà fait. Mais d'autres pays se mettent sur les rangs : Australie, Brésil, Canada, Nouvelle-Zélande, Russie, etc.

Les pays disposant de puissants groupes industriels (constructeurs, équipementiers ou industriels de l'économie numérique) font la course en tête : Allemagne, Chine, Corée du Sud, États-Unis, France, Japon, Suède et même Russie.

C'est aux États-Unis que les expérimentations de voitures autonomes sur routes ouvertes sont les plus nombreuses. La plupart des grandes entreprises du monde y testent à grand échelle leurs nouvelles technologies. Google X (appelée ensuite X, puis Waymo) y a déjà fait rouler ses voitures totalement autonomes sur trois millions et demi de kilomètres environ, surtout en Californie.

Alors que beaucoup pensaient que l'industrie numérique ferait cavalier seul, elle noue de plus en plus d'alliances avec les constructeurs et les équipementiers : Baidu avec BMW, TomTom avec Bosch, Nvidia avec Tesla, Microsoft avec Renault-Nissan et Volkswagen, Yandex avec Kamaz, etc.

De loin, le plus gros des investissements concerne la voiture individuelle. Aucune industrie automobile ou numérique ni aucun État industrialisé ne veut encourir le risque de manquer cette révolution industrielle. Selon beaucoup, elle sera au moins aussi bouleversante que celle par laquelle l'automobile, il y a plus d'un siècle, remplaça complètement le transport hippomobile et s'imposa face au transport ferroviaire et au transport fluvial.

Nota-bene : au regard de la complexité du sujet, les annexes reprenant les différentes thématiques sont présentées en deux cahiers.

1 MALGRE DE GRANDS EFFORTS DEPUIS 2013, LA FRANCE N'A PAS ENCORE ATTEINT, DANS PLUSIEURS DOMAINES, UN NIVEAU DE PREPARATION SUFFISANT

Les évolutions dans le monde pressent la France d'agir et de s'organiser de manière efficace. Le mouvement a été lancé avec la Nouvelle France Industrielle, mais il reste à parfaire.

1.1 Le contexte international presse la France d'agir

1.1.1 Les organisations internationales, tant à Bruxelles qu'à Genève, ont entamé le mouvement préparant le déploiement des véhicules autonomes

Les organisations internationales les plus impliquées sont d'abord la *Commission économique pour l'Europe des Nations unies* (CEE-ONU, en anglais *United Nations Economic Commission for Europe* ou UNECE), siégeant à Genève, qui suit les sujets de sécurité routière et traite de l'homologation des matériels. Ensuite, l'Union européenne s'est saisie de la question à travers les politiques portant sur la mobilité et les transports (l'Union n'est pas compétente sur les sujets de sécurité routière). Ces travaux sont déterminants: ils portent sur des aspects réglementaires (sécurité, standardisation), mais aussi sur des questions économiques, sociales, comportementales, et abordent la question de la société numérique, qui va bien au-delà du seul domaine du véhicule autonome.

L'Union européenne a déjà produit de nombreuses études sur le véhicule autonome. Approuvée alors par tous les ministres chargés des transports les 14 et 15 avril 2016, l'importante « *Déclaration d'Amsterdam* » va mobiliser plus encore les institutions européennes dans une démarche qui se veut exceptionnellement active.

Les objectifs fixés par la Déclaration sont larges. Ils portent notamment sur la cohérence des règles à tout niveau (international, européen et national), sur l'utilisation et la protection des données, sur les communications (entre véhicules et avec l'infrastructure), sur la sécurité et la cybersécurité, sur l'acceptabilité sociale, et enfin sur la coopération internationale. Y figurent les définitions communes de la conduite connectée et automatisée.

Selon cette Déclaration, la Commission européenne s'attachera à quatre actions :

- développer une stratégie européenne sur la conduite connectée et automatisée, notamment grâce aux plateformes que sont C-ITS Platform et Gear 2030, mais aussi la Table ronde sur la conduite connectée et automatisée ;
- poursuivre les travaux de C-ITS Platform, en en élargissant le domaine aux questions relatives aux infrastructures, à la gestion des circulations et à la sécurité routière ;
- revoir et adapter, quand c'est nécessaire, le cadre réglementaire sur l'usage des voitures connectées et automatisées, dans le respect du principe de subsidiarité ;
- développer une approche coordonnée en matière de recherche et d'innovation en recourant, notamment, aux programmes et organes de recherche existants.

Hors le cas des véhicules introduits en France à titre isolé, la presque totalité des règles relatives à l'homologation (appelée *réception communautaire* ou *réception CE* dans les actes européens) des véhicules et de leurs équipements proviennent de règles (directives ou règlements) de l'Union européenne. Le Gouvernement français a perdu depuis longtemps la plus grande partie de ses pouvoirs propres. Les règles

européennes sont des règles propres à l'Union européenne, ou des règles reprises des règlements⁸ arrêtés par le *Forum mondial pour l'harmonisation des réglementations sur les véhicules* (appelé couramment *Working Party 29* ou WP 29), qui est un groupe de travail de la *Commission économique pour l'Europe des Nations unies* (CEE-ONU, en anglais *United Nations Economic Commission for Europe* ou UNECE). Le WP 29 a pour principale base juridique l'Accord de Genève du 20 mars 1958⁹. Des règles européennes, mais bien moins nombreuses, fondées sur l'Accord de Genève du 25 juin 1998¹⁰ sont débattues au sein du WP 29, tandis que le groupe de travail appelé couramment *Working Party 1* (WP 1)¹¹ traite de la sécurité routière.

La Convention de Vienne sur la circulation routière du 8 novembre 1968⁴ dispose, en son article 8, que « *tout véhicule en mouvement ou tout ensemble de véhicules en mouvement doit avoir un conducteur* » (cf. paragraphe 1) et que « *tout conducteur doit constamment avoir le contrôle de son véhicule* » (cf. paragraphe 5). Ces dispositions sont restées longtemps inchangées, alors même que les règlements techniques issus des travaux du WP 29 étaient constamment et rapidement adaptés aux progrès des automatisations. Pour rattraper le retard, le paragraphe 5 de l'article 8 (de la Convention de Vienne de 1968) a été complété par un paragraphe 5bis disposant que « *les systèmes embarqués ayant une incidence sur la conduite d'un véhicule* » sont autorisés s'ils sont conformes à l'Accord de Genève du 20 mars 1958 (et aux règlements qui y sont annexés), ou à l'Accord de Genève du 25 juin 1998, ou sinon « *pour autant qu'ils puissent être neutralisés ou désactivés par le conducteur* ». Un amendement de même objet a été introduit à l'article 39. Cette double modification juridique est entrée en vigueur le 23 mars 2016, mais elle n'apporte pas une solution complète. Pour poursuivre plus vite son travail sur les véhicules autonomes, le WP1 a constitué en son sein en 2015 un groupe informel appelé « *Informal working group on automated driving* ». Le président de ce groupe informel est le représentant de la France, par ailleurs vice-président du WP1.

Les pays de l'Union européenne sont divisés en trois blocs quant à l'interprétation à tirer des deux amendements à la Convention de Vienne, entrés en vigueur au terme d'une procédure qui a commencé dès 2006 :

- ceux qui, comme la France, considèrent que le nouveau texte ne permet pas le déploiement des véhicules vraiment autonomes ;
- ceux qui, comme le Royaume-Uni et les Pays-Bas, estiment que les amendements doivent être interprétés souplesment, et qu'ils permettent désormais le déploiement des véhicules autonomes (au moins de niveaux 3 et 4)
- ceux qui, comme l'Allemagne, veulent permettre la circulation des véhicules au niveau 5 sans attendre un nouvel amendement.

Cette diversité est préoccupante. Il semble urgent en particulier de rapprocher les avis de la France et de l'Allemagne afin d'éviter des discordances entravant la libre circulation sur les réseaux européens.

1.1.2 Les grandes nations industrielles ont pris des initiatives pour soutenir et encadrer les expérimentations et le déploiement des véhicules autonomes

L'ensemble des nations avancées ont pris chacune à leur manière la mesure de la révolution apportée par le véhicule autonome. Elles affirment leur volonté d'entrer dans ce nouveau monde.

⁸ 129 règlements sont considérés actuellement comme actifs dans le cadre de l'Accord de 1958. Ils constituent une très grande bibliothèque de documents techniques.

⁹ « *Accord concernant l'établissement de règlements techniques mondiaux applicables aux véhicules à roues, ainsi qu'aux équipements et pièces qui peuvent être montés et/ou utilisés sur les véhicules à roue* ».

¹⁰ « *Accord concernant l'établissement de règlements techniques mondiaux applicables aux véhicules à roues, ainsi qu'aux équipements et pièces qui peuvent être montés et/ou utilisés sur les véhicules à roues* ».

¹¹ Il en est de même pour la Convention de Genève du 19 septembre 1949 sur la circulation routière.

Au Royaume-Uni, par exemple, la Reine a déclaré le 18 mai 2016 dans le discours du Trône ouvrant la session du Parlement : « *Mes ministres s'assureront que le Royaume-Uni est à l'avant-garde de la technologie dans les nouvelles formes de transport, y compris les véhicules autonomes et électriques* ».

En dehors de l'Asie, au Japon, en Chine, et en Corée du Sud notamment, deux pays sont particulièrement actifs :

En premier lieu, les Etats-Unis :

Le ministère fédéral des transports (DOT) et son agence nationale de sécurité routière (NHTSA) ont publié en septembre 2016 un document, intitulé « *Accelerating the Next Revolution in Roadway Safety* », qui décrit la politique fédérale pour les véhicules autonomes. Il se présente comme une série de recommandations en direction des administrations, des États fédérés et des industriels. Sont visés les véhicules qui ont atteint un développement 3 à 5 de l'échelle SAE où le système est le conducteur, l'être humain ayant un rôle tout au plus limité à la supervision et la reprise en main.

Après avoir affirmé que l'avènement de cette nouvelle technologie était inévitable, le document indique les bénéfices attendus : diminution drastique du nombre d'accidents, amélioration de la mobilité pour les personnes exclues actuellement de l'usage de la voiture, diminution de la pollution de l'air et des économies d'énergie.

Tout d'abord, le document décrit les bonnes pratiques pour les concepteurs et fabricants de véhicules autonomes, qui doivent s'auto-certifier. Cette confiance n'empêche pas le régulateur des transports de vérifier si les véhicules fonctionnent bien et, si besoin, de prendre des actions coercitives. Pour ce faire, les industriels doivent rendre compte régulièrement dans un rapport rendu public appelé *évaluation de sécurité* (le détail de l'évaluation est décrit en annexe 7).

Le deuxième volet du guide procure aux États fédérés un modèle de politique vis-à-vis de la voiture autonome. La NHTSA constate que certains États (Nevada, Californie, Michigan, notamment) ont commencé à légiférer dans le domaine de la voiture autonome, et elle craint la venue de législations disparates. Aussi propose-t-elle que les nouvelles règles des états se réfèrent à son modèle pour que la politique sur ce sujet soit cohérente sur le territoire des États-Unis.

Le troisième volet du guide explique les moyens (« outils ») dont dispose l'agence pour gérer l'introduction de nouvelles technologies. Le quatrième et dernier volet est un appel à commentaires sur des idées de nouveaux moyens (« outils ») et nouvelles entités pour gérer l'arrivée des véhicules autonomes.

Le deuxième pays en pointe est l'Allemagne :

Le gouvernement allemand a présenté sa stratégie pour la voiture autonome et connectée dans un document daté de septembre 2015. Le document indique que le véhicule autonome et connecté présente un potentiel de progrès pour :

- améliorer l'efficacité des automobiles face à la croissance en mobilité ;
- accroître la sécurité routière ;
- réduire les émissions polluantes ;
- rendre l'Allemagne plus compétitive en matière économique et plus attractive pour l'innovation.

Le gouvernement allemand fixe trois objectifs :

- rester au premier rang des constructeurs automobiles mondiaux ;
- devenir un marché leader pour le véhicule connecté et autonome, c'est-à-dire avec le plus haut pourcentage de véhicules autonomes et connectés ;
- mettre effectivement des véhicules autonomes et connectés sur les routes, et pour cela commencer par le déploiement sur les autoroutes et routes express ainsi que dans les parkings.

Le gouvernement fédéral en déduit un plan d'actions couvrant un large éventail de thématiques : infrastructures, législation, innovation, connectivité, cybersécurité et protection des données (le détail en est présenté en annexe 7).

Dans la continuité de son plan d'actions, le gouvernement fédéral allemand a présenté un projet de loi le 13 juin 2016 pour modifier la loi sur la circulation routière en vue de favoriser le déploiement du véhicule autonome. Cette loi est actuellement en cours d'arbitrage au sein des ministères. Elle a pour objectif de créer une sécurité juridique pour l'usage des systèmes automatisés. Concrètement, un automobiliste ne commettrait pas d'infraction s'il se détourne de ses tâches de conduite pourvu qu'il soit toujours assez vigilant pour pouvoir reprendre la conduite, soit après appel par le système automatisé du véhicule, soit en réagissant à des erreurs techniques identifiables du système. Ainsi la responsabilité pénale du propriétaire du véhicule ne pourrait être recherchée. En revanche, sa responsabilité civile en tant que gardien du véhicule pourrait toujours l'être, comme d'ailleurs celle du constructeur si le produit est défectueux. De plus cette loi rendrait obligatoire l'installation d'enregistreur de données dans le but de pouvoir déterminer notamment si le système automatisé était actif au moment d'un accident.

Les deux pays dont les politiques viennent d'être décrites se retrouvent dans les attentes engendrées par le véhicule autonome en matière de mobilité, de sécurité routière, de défense de l'environnement. Tous les deux souhaitent un développement rapide favorisant leur industrie. L'approche américaine est plus pragmatique et agile, favorisant les essais et les initiatives des industriels, surtout ceux du numérique. L'approche allemande est sans doute plus coordonnée et plus étatique. Elle n'oublie pas qu'elle doit placer son action au cœur du tissu législatif européen et des accords internationaux. Enfin, elle joint à l'innovation de la route à l'innovation du véhicule. La conception allemande est sans doute plus proche de celle que suit la France.

1.2 Les acteurs publics et privés français : une mobilisation récente, mais qui s'étend

1.2.1 Le projet de la Nouvelle France Industrielle (NFI) a réussi à bien fédérer pouvoirs publics, chercheurs et industriels dans une démarche commune

Le plan dit de la Nouvelle France Industrielle, publié par le Gouvernement en septembre 2013, comprend neuf parties (ou « solutions »). L'une d'entre elles porte sur les « *Transports de demain* », pour laquelle une « *feuille de route* » a été dressée le 16 juillet 2015. C'est la colonne vertébrale de l'association État-Industrie en France sur les recherches *précompétitives*. Le volet est divisé en dix-neuf actions avec des responsables clairement désignés, ainsi que le montre l'extrait suivant :

Tableau 2 : Extrait de la feuille de route « Transports de demain »

Action	Pilote	Calendrier	Finalités/livrables
Coordonner les initiatives sur le véhicule autonome			
Identification et coordination des initiatives locales	DGCIS	2015	Zones pilotes pour le véhicule autonome
Organisation de coopérations ou d'échanges internationaux	DGCIS	2015	Coopération avec la Chine et la Corée
Démontrer les bénéfices socio-économiques, sécuritaires et l'acceptabilité du véhicule autonome			
Étude de l'impact socio-économique et sécuritaire et de l'acceptabilité	PFA, Renault Trucks, RATP	2015-2020	Expérimentations, études d'impact et études d'acceptabilité pour les cas d'usage ciblés
Investir dans les domaines technologiques clés du véhicule autonome			
Lancement des projets de R&D ciblés dans le domaine de l'intelligence embarquée, des IHMS, des facteurs humains et de la connectivité	ITE Vedecom, MEIN	2014 2015-18	Appel à projets dédié « Véhicule Autonome » (décembre) Lancement et réalisation des projets R&D
Création et participation à des compétitions	DGCIS	2016 2017/2018	Challenge technologique en France Challenge technologique à l'international
Encouragement de l'investissement des acteurs	DGCIS	2015-2018	Interventions ciblées pour soutenir l'investissement des entreprises clés
Démontrer l'amélioration de la sécurité par le véhicule autonome dans les cas d'usage ciblés			
Lancement de projets ciblés de R&D dans le domaine de la sécurité	IRT SystemX, MEIN	12/2014 2015-18	Appel à projets dédié « Véhicule Autonome » Lancement et réalisation des projets R&D
Mise à disposition des moyens d'essais adaptés et démonstrations de l'amélioration de la sécurité	Gestionnaire d'infrastructure d'essais, Constructeurs	2016 2016-2018 2015 à 2018	Centre d'essai urbain et péri-urbain Zones de conduite autonome Essais en situation réelle sur voie à chaussées séparées, puis sur sites urbains et péri-urbains
Faire évoluer le cadre réglementaire et normatif en vue de l'expérimentation puis de la mise sur le marché du véhicule autonome			
Évolution du cadre réglementaire et normatif en vue de l'expérimentation puis de la mise sur le marché	Groupe inter-administration (DGEC, DGCIS, DGTIM, DSCR, DAJ MEDDE)	12/2014 2015 2017/18 2019	Texte réglementaire autorisant l'expérimentation sur route ouverte Proposition de standards et de réglementations pour l'expérimentation Label français « Véhicule Autonome Sûr » Normes sur les processus et définition des standards des règles de tests
Adaptation des infrastructures en fonction du contexte	DGITM	2018 2020	Adaptation des infrastructures nécessaires, hors équipement de connectivité Déploiement des équipements nécessaires de bords de route pour la connectivité
Mise en place d'un système d'assurance	MEIN	2018	Fonds d'assurance spécial véhicule autonome
Évolution de la formation des conducteurs	DSCR	2016/2017	Mise en place de supports de formation

Source :

La feuille de route assigne des objectifs précis au déploiement des véhicules autonomes. Ces objectifs rejoignent largement ceux qui ont été publiés par l'*European Road Transport Research Advisory Council* (ERTRAC) en juillet 2015¹², dont les conclusions ont été reprises par le *Groupe de haut niveau sur la compétitivité et la croissance durable de l'industrie automobile dans l'Union européenne* (appelé GEAR 2030)¹³ présidé par la Commission européenne.

Les objectifs de la NFI visent à déployer avant 2020 une part grandissante de voitures en conduite déléguée sur autoroute, et d'équiper des parcs de stationnement adaptés. Parallèlement, et à la même échéance, les véhicules autonomes seront de plus en plus nombreux dans les sites industriels, le transport de marchandises en convoi de camions (« *platooning* ») sera développé, et les bennes à ordures ménagères pourront être autonomes dans les lieux de collecte. Entre 2020 et 2030, les convois militaires pourront être autonomes, ainsi que le transport de marchandises dans les couloirs de bus. Pour le transport collectif de passagers, avant 2020, il est prévu que la délégation de conduite sera de plus en plus grande pour des autobus ou navettes en site privé, en site propre ou en zone de rencontre, et que seront exploitées des flottes de voitures autonomes en libre-service sur site privé. Enfin, il est envisagé qu'entre 2020 et 2030, des flottes de voitures autonomes en libre-service soient exploitées sur voirie publique.

De ses entretiens avec les personnes qui suivent l'exécution du plan, tant au ministère chargé de l'économie (Direction générale des entreprises, DGE) que chez les industriels (le président de Renault ayant la responsabilité du pilotage d'ensemble), la mission CGEDD-IGA a conclu que l'exécution du plan de la NFI

¹² « *Automated Driving Roadmap* » (version 5.0) daté le 21 juillet 2015.

¹³ Groupe institué par la décision de la Commission européenne du 19 octobre 2015.

sur les véhicules autonomes n'est pas en retard. Deux sujets apparaissent cependant en retrait selon la DGE : d'une part, le volet juridique et assurantiel (législation, règlements, normes, etc.), d'autre part, le *platooning* (conduite en peloton de camions en mode automatique), car les grands constructeurs de poids lourds font leurs recherches à l'étranger. Sur la livraison des marchandises en ville, Renault Trucks, la filiale du groupe Volvo, va bientôt engager des études d'importance en France.

1.2.2 L'industrie française entend bien rattraper vite son retard, en lançant des expérimentations en nombre croissant

L'ambition et la force de l'industrie française dans la course au véhicule autonome ne sont pas des questions qui relèvent de la mission confiée au CGEDD et à l'IGA. Néanmoins, la mission a constaté que l'engagement des industriels français, conformément à la Nouvelle France Industrielle, est de plus en plus grand, même si les investissements et les expérimentations apparaissent bien plus importants dans plusieurs autres pays que la France, en particulier aux États-Unis.

Treize expérimentations ont été approuvées avant juillet 2016 par la DGEC¹⁴. Elles sont présentées en annexe 6. Les dossiers remis ont tous abouti à une autorisation, moyennant parfois des modifications. Par deux fois, des avenants sont venus compléter l'autorisation initiale.

Pour ce qui concerne les expérimentations des navettes sur route ouverte, les autorisations ne sont délivrées que si un opérateur est constamment à bord (même si les navettes sont surveillées à distance), toujours prêt à reprendre en main le véhicule. En outre, doit être tenu à jour un registre des voyageurs transportés avant chaque voyage. Les expérimentateurs insistent constamment pour que ces deux obligations soient bientôt allégées, surtout la seconde.

Pour ce qui concerne les expérimentations des voitures sur route ouverte, les demandeurs souhaitent que les véhicules en essai puissent être pilotés par des conducteurs ordinaires, comme envisagé de le faire Volvo à Londres en 2017.

Un nouveau cadre juridique pour les expérimentations de *véhicules à délégation partielle ou totale de conduite* (VDPTC), prévu par la loi sur la transition énergétique du 17 août 2015^{15,16}, a été établi par voie d'ordonnance le 3 août 2016 (ordonnance n°2016-1057 du 3 août 2016 relative à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques).

Cet effort d'expérimentation mérite d'être salué, mais il demeure en retrait par rapport à certains pays étrangers de premier plan : il suffira ici, par exemple, de rappeler que l'un des deux grands constructeurs français a récemment annoncé publiquement que ses quatre voitures autonomes avaient déjà circulé sur 60 000 kilomètres de routes ouvertes, tandis que les cinquante-huit voitures de Google ont, quant à elles, déjà parcouru 3,6 millions de kilomètres.

¹⁴ Au 10 octobre 2016, 10 expérimentations étaient achevées, 6 expérimentations étaient en cours, 7 demandes étaient en instruction, 6 demandes étaient des manifestations d'intérêt et 1 demande avait été abandonnée.

¹⁵ **Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.**

¹⁶ Cf. article 37 : « Dans les conditions prévues à l'article 38 de la Constitution, le Gouvernement est autorisé à prendre par ordonnance toute mesure relevant du domaine de la loi afin de permettre la circulation sur la voie publique de véhicules à délégation partielle ou totale de conduite, qu'il s'agisse de voitures particulières, de véhicules de transport de marchandises ou de véhicules de transport de personnes, à des fins expérimentales, dans des conditions assurant la sécurité de tous les usagers et en prévoyant, le cas échéant, un régime de responsabilité approprié. La circulation des véhicules à délégation partielle ou totale de conduite ne peut être autorisée sur les voies réservées aux transports collectifs, sauf s'il s'agit de véhicules affectés à un transport public de personnes. Cette ordonnance est prise dans un délai d'un an à compter de la promulgation de la présente loi. Un projet de loi de ratification est déposé devant le Parlement dans un délai de six mois à compter de la publication de l'ordonnance. »

1.2.3 Les ministères n'ont pas un niveau d'organisation homogène, et la coordination interministérielle n'est pas assez serrée, ni active, en dépit d'initiatives récentes

1.2.3.1 Les trois principaux ministères ont une mobilisation inégale

Le ministère de l'économie et des finances (MINEFI) et le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer (MEEM) se sont placés dans une démarche de projet.

Comme indiqué au paragraphe 1.2.1, le MINEFI a préparé en 2013 le projet de la Nouvelle France Industrielle (NFI). La direction générale des entreprises (DGE), qui assure le lien avec l'équipe chargée d'animer le projet, est de façon naturelle engagée dans une démarche active.

Le MEEM a mis en place une organisation pour traiter les différents thèmes liés au véhicule autonome. La direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) comprend une Mission des transports intelligents, chargée notamment d'assurer la veille technique et de participer à l'instruction des demandes d'expérimentations. La DGITM préside aussi un groupe de travail sur les véhicules autonomes et les infrastructures. En outre, elle réunit depuis le printemps de 2016 une *task-force*, associant le MINEFI et le ministère de l'intérieur (MININT) ; elle a pour mission principale de coordonner les positions de la France dans les organes internationaux. Par ailleurs, la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du MEEM assure le secrétariat d'un groupe inter administrations (ou groupe interservices) informel, qui étudie les demandes d'expérimentation, prépare les évolutions réglementaires et suit les évolutions nationales et internationales.

Par contraste, le ministère de l'intérieur paraît moins bien organisé pour traiter ces enjeux.

La délégation à la sécurité et à la circulation routières (DSCR) n'a pas mis en place pour le moment d'organisation spécifique. En l'absence de chef de projet traitant cette question, c'est une correspondante pour le véhicule autonome, rattachée au bureau de la signalisation et de la réglementation, qui assure le suivi du dossier à mi-temps. En pratique, la personne la plus impliquée est le conseiller technique « Europe-international » placé auprès du délégué. Il est vice-président du groupe sur la sécurité routière de la Commission économique pour l'Europe des Nations unies (WP1), et préside un groupe informel sur les véhicules autonomes.

Les autres composantes du MININT n'ont pas encore accordé autant d'attention au sujet, à l'exception de la gendarmerie nationale. La direction générale de la police nationale (DGPN) et la préfecture de police de Paris n'ont pas encore défini l'organisation adéquate. La direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC) a profité des échanges avec la mission pour lancer sa propre réflexion. La gendarmerie est en revanche très présente. Elle participe aux réunions animées par le MEEM, qui ont été présentées plus haut. Le Pôle judiciaire de la gendarmerie, installé à Cergy-Pontoise, réunit plusieurs structures qui travaillent notamment sur la cybersécurité, la délinquance automobile et la sécurité routière. Au sein du Pôle a été institué en 2015 un Observatoire central des systèmes de transport intelligent (OCSTI). Ce positionnement actif de la gendarmerie met principalement l'accent sur les besoins propres de la DGGN, mais il ne peut à lui seul remplacer une mobilisation commune à l'ensemble du MININT.

1.2.3.2 La coordination interministérielle se renforce, mais n'a pas encore atteint le niveau idéal

Les services du Premier ministre n'assurent pas le rôle d'un chef d'orchestre. Seule l'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI), rattachée au secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, coordonne l'action publique dans un domaine particulier, la lutte contre l'insécurité informatique. Toutefois, elle n'identifie pas le véhicule autonome comme un thème spécifique, préférant ne pas faire de distinction entre les différents objets connectés.

Les initiatives prises dans le cadre de la NFI ou impulsées par le MEEM ne suffisent pas à combler le déficit constaté dans le champ interministériel. Elles ne dispensent pas l'État d'un effort supplémentaire pour mieux structurer sa réflexion et son action sur le véhicule autonome.

Dans un référé qu'elle a adressé au Premier ministre le 19 février 2016, la Cour des comptes avait regretté l'absence de chef de file et les lacunes de la coordination interministérielle. Dans sa réponse du 26 avril 2016, le Premier ministre a proposé de traiter ce sujet dans le projet de « Mobilité 3.0 », afin de réunir dans un « *dispositif de gouvernance léger et adaptable* » les acteurs de la mobilité intelligente. Le MEEM est chargé de mettre en œuvre ce nouveau dispositif, en liaison avec les autres ministères.

Si cette tâche de restructuration n'est pas encore achevée, la mission CGEDD-IGA relève toutefois une évolution positive : la constitution, en juin 2016, d'un « *haut-comité* » réunissant les quatre directeurs généraux suivant le dossier (DGE, DGEC, DGITM et DSCR).

1.2.4 La mobilisation de l'expertise et de la recherche publiques et privées est une réalité, mais elle n'a pas atteint l'intensité souhaitable

Les recherches publiques et publiques-privées sur le véhicule autonome sont aujourd'hui principalement menées par l'IFSTTAR, le CEREMA et l'INRIA, ainsi que par l'institut de recherche technologique (IRT) SystemX et l'institut pour la transition énergétique (ITE) VeDeCoM (une présentation de la recherche en France et dans le monde est faite en annexe 10).

L'IFSTTAR (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux, établissement public à caractère scientifique et technologique)

Héritier du Laboratoire central des ponts-et-chaussées (LCPC) et de l'INRETS, l'IFSTTAR a une compétence reconnue en matière routière, notamment dans le domaine de la sécurité. Plusieurs des laboratoires qui le composent sont engagés à des titres divers dans la recherche sur le véhicule du futur. En particulier, l'institut travaille sur le comportement des conducteurs, et sur la reprise en main, sur les futures routes hybrides (où rouleront à la fois des véhicules classiques et des véhicules autonomes), sur les convois de camions en peloton, sur l'efficacité des capteurs ou sur l'interopérabilité des systèmes. Ces travaux sont très liés à des thématiques portées au niveau européen, en liaison avec d'autres instituts similaires.

En partenariat avec l'IFSTTAR, le pôle de compétitivité *Lyon Urban Truck & Bus* a préparé la plateforme Transpolis pour tester les futurs moyens de transport. Transpolis se développera sur les deux sites voisins des Fromentaux et de La Valbonne, dans l'Ain¹⁷. Pour les véhicules autonomes, c'est surtout le site des Fromentaux, autrefois terrain militaire de soixante-dix hectares, qui sera utilisé à partir de 2018.

Le CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement, établissement public administratif)

Le CEREMA est un établissement public de l'État à caractère administratif créé le 1^{er} janvier 2014 et comprenant 3 000 agents répartis sur 29 sites ; il a acquis un savoir-faire routier qui en fait un des principaux acteurs dans le domaine des infrastructures, de la signalisation, ou des risques. Il n'est pas un établissement de recherche, mais il dispose d'une expertise dans le domaine de la route qui est appréciée. Il a aussi de fortes compétences dans les évolutions de la mobilité particulièrement en milieu urbain. Il est impliqué dans des projets en relation avec le véhicule autonome, comme ceux sur les capteurs, ceux sur les systèmes prédictifs d'aide à la conduite, les projets de navette en milieu rural, ou les besoins des véhicules « très » autonomes en ce qui concerne les infrastructures. Le CEREMA est également associé au projet Transpolis.

¹⁷ À une trentaine de kilomètres à l'est de Lyon.

Il devrait avoir un rôle clé sur le développement des infrastructures routières en liaison avec le véhicule autonome (interface véhicule infrastructure mais aussi adaptation de l'infrastructure, de sa signalisation et de ses équipements), y compris dans les aspects normalisation. Dans son champ d'action figurent aussi les études relatives aux évolutions de la mobilité provoquées par le véhicule autonome, à la sécurité routière et à l'acceptation sociale.

SYSTEM X (Institut de recherche technologique issu du programme des investissements d'avenir)

Fondé en 2012, l'institut de recherche technologique (IRT) SYSTEM X est chargé¹⁸ de la sécurité dans le cadre du plan sur les véhicules autonomes de la *Nouvelle France Industrielle* (NFI). Sa mission porte sur la sécurité des véhicules automatisés entendue comme (1) la sûreté de fonctionnement et (2) la cybersécurité.

L'INRIA (Institut national de recherche en informatique et en automatique, établissement public à caractère scientifique et technologique)

L'INRIA travaille depuis longtemps sur les véhicules autonomes. Il a mis au point, par exemple, le véhicule autonome CyCab avec l'ancienne équipe appelée IMARA, devenue équipe-projet RITS (*Robotics and Intelligent Transportation Systems*).

L'institut VeDeCoM (institut pour la transition énergétique, issu du programme des investissements d'avenir)

VeDeCoM fédère la presque totalité des organismes français travaillant aux recherches pré-compétitives en matière de véhicule autonome. C'est, avec SystemX, l'un des organismes les plus importants aujourd'hui en France, hors les centres de recherche de l'industrie automobile. Les véhicules connectés et autonomes constituent le second de ses trois domaines d'étude, à côté de l'électrification des véhicules et du thème « Mobilité et énergie partagées ». Quatre grands sujets de recherches structurent le domaine « *Délégation de conduite et connectivité* » :

- véhicule à conduite déléguée,
- robustesse des architectures et des systèmes,
- nouvelles communications sécurisées et sécurité coopérative,
- évaluation des impacts sociétaux et acceptabilité de la conduite déléguée.

La mission a constaté que ces centres de recherches avancent d'un pas sûr, bien qu'ils se soient engagés plus tardivement qu'ailleurs (notamment aux États-Unis ou en Allemagne).

Toutefois, l'examen des articles et rapports techniques ou scientifiques publiés en anglais ou en français dans le monde montre que les publications françaises sont encore peu nombreuses. Le débat public est bien plus nourri aux États-Unis et au Royaume-Uni. Par exemple, Google rédige chaque mois un *Monthly Report* qui lui donne l'occasion de faire part publiquement de ses analyses et conclusions sur les principaux événements ayant marqué la circulation de ses voitures autonomes le mois précédent. Un autre exemple est donné par les débats publics organisés par la NHTSA, soit à l'occasion de conférences publiques, soit à l'occasion de la publication de documents stratégiques, comme cela a été fait par exemple au premier semestre de 2016. On peut encore citer, en Europe, la consultation publique lancée en juillet 2016 par le Royaume-Uni (*Department of Transport* et *Centre for Connected and Autonomous Vehicles*) sur les réformes à entreprendre en matière d'assurances, sur la base d'un rapport et de propositions :

¹⁸ SystemX travaille à d'autres recherches que celles relatives aux véhicules automatisés.

« Pathway to Driverless Cars : Proposals to support advanced driver assistance systems and automated vehicle technologies ».

La Mission CGEDD-IGA estime que l'Administration française (DSCR, DGITM, DGEC et DGE notamment), à l'instar de la NHTSA, doit accompagner plus activement la recherche publique. Il lui faut agir, soit en commandant elle-même des études sur les sujets de sécurité les plus importants, soit en s'attachant à faire connaître les résultats des travaux faits ailleurs, soit en favorisant les coopérations techniques avec des pays étrangers à l'instar de ce qui a été convenu avec l'Allemagne (par le ministre chargé des transports) ou avec la Chine (par l'IFSTTAR).

2 LES AMELIORATIONS INDISPENSABLES POUR QUE LA FRANCE RELEVÉ LE DEFİ AVEC SUCCES

La mission CGEDD-IGA recommande d'organiser plus efficacement l'action publique, d'anticiper l'impact de l'arrivée des véhicules autonomes sur la sécurité routière, et de modifier la réglementation routière pour accompagner et encadrer les changements technologiques. Elle présente aussi des recommandations en matière d'assurance et de responsabilité. Elle appelle à une attention vigilante de la part des pouvoirs publics sur les conséquences socio-économiques de l'arrivée de ces nouveaux systèmes.

2.1 Il faut en premier lieu organiser plus efficacement l'action publique et désigner un pilote

2.1.1 Un document d'orientation générale sur le déploiement des véhicules autonomes doit être vite préparé et publié par le gouvernement

Selon la mission, il est essentiel que soit préparé, et décidé, au plus vite en 2017, un premier document d'orientation générale définissant les objectifs poursuivis par le Gouvernement français pour le déploiement du véhicule autonome, à l'instar des documents publiés par les gouvernements fédéraux aux Etats-Unis et en Allemagne. Ce document doit compléter la Nouvelle France Industrielle, démarche commune des pouvoirs publics et des industriels. Il doit s'agir d'une présentation des mesures que compte prendre l'État pour accompagner le déploiement des véhicules autonomes, fixant le cap à suivre et traitant en particulier, mais pas seulement, des enjeux de sécurité routière¹⁹.

Il est indispensable que cette feuille de route couvre aussi la question du financement du programme public, en particulier pour les actions de recherche pilotées par l'État, ou accompagnées par lui. Cet aspect du dossier n'est pas défini aujourd'hui, ce qui limite d'autant l'effort en matière de recherche et d'innovation.

2.1.2 Le travail interministériel doit être affermi et accéléré

La lettre du Premier ministre du 26 avril 2016, répondant au référé de la Cour des comptes du 19 février 2016, proposait de remédier aux faiblesses du pilotage interministériel dans le cadre du projet Mobilité 3.0, et désignait le MEEM pour le mettre en œuvre. Il serait maintenant opportun qu'apparaisse rapidement au sein de ce ministère un directeur de projet à la légitimité incontestable et disposant d'un poids suffisant dans l'administration.

Quel que soit le schéma qui sera retenu, il est important que la structure choisie pour assurer le pilotage associe toutes les disciplines nécessaires. Par exemple, le ministère de la santé et celui de la justice ne sont pas présents dans les réunions qui assurent aujourd'hui une coordination minimale entre les administrations. Le dispositif qui doit être installé doit couvrir un champ plus large que l'actuel.

Recommandation n°1 : 1a : Établir le plus tôt possible en 2017 un document d'orientation générale sur la politique de l'Etat envers le déploiement du véhicule autonome (MEEM, MINEFI et MININT, en liaison avec les organismes de recherche).
1b : Désigner rapidement le directeur du projet assurant le pilotage du dossier « véhicule autonome » (Premier ministre, MEEM).

¹⁹ Le rapport d'information de l'Assemblée nationale sur l'offre automobile française dans une approche industrielle, énergétique et fiscale (n° 4109 du 12 octobre 2016) propose l'adoption par l'État d'une feuille de route stratégique.

2.1.3 La France doit se mobiliser plus efficacement dans les négociations internationales

La France est présente au niveau international dans trois organismes : le WP1 « Sécurité Routière » de la CEE-ONU²⁰, le WP29 de la CEE-ONU, et le TCMV, *Technical Comitee for Motor Vehicles*, animé par la Commission européenne. Le WP1 est suivi par la Délégation à la sécurité et la circulation routières (DSCR) au ministère de l'Intérieur, tandis que le WP29 et le TCMV sont suivis par la sous-direction de la sécurité et des émissions des véhicules, à la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du ministère de l'environnement.

Lorsqu'il s'agit de documents envoyés par la Représentation permanente de la France à Bruxelles au Secrétariat général des affaires européennes (SGAE), la concertation sur les prises de positions françaises est organisée par le SGAE. Dans les autres cas, ce qui couvre notamment les documents des deux WP, le SGAE n'organise pas de concertation (il n'est pas en charge de la *Commission des Nations Unies pour l'Europe*), et les responsables siégeant dans ces groupes sont en pratique maîtres des positions prises.

Cette distribution des rôles entre directions ne favorise pas des prises de positions dynamiques et à la pointe de l'innovation. Pour la mission, les prises de position françaises sur des sujets stratégiques du véhicule autonome devraient faire l'objet d'une concertation plus approfondie entre les différentes entités compétentes dans l'administration (sous l'égide du directeur de projet interministériel, s'il est désigné), y inclus les organismes scientifiques tels que l'IFSTTAR, le CEREMA, et aussi associant des organismes scientifiques externes, tels VEDECOM ou System X.

2.1.4 Le ministère de l'intérieur doit intervenir de manière plus volontariste et mieux organisée

2.1.4.1 En premier lieu, la DSCR doit mieux structurer son action au sujet du véhicule autonome

La délégation à la sécurité et la circulation routières (DSCR) doit se placer en *mode projet*. Un chef de projet, disposant d'un rang suffisant dans la hiérarchie, doit être placé directement auprès du délégué. Il devra stimuler et coordonner les réflexions de la délégation, et sera l'interlocuteur de haut niveau des autres administrations et du directeur de projet interministériel (au MEEM).

2.1.4.2 Plus généralement, c'est l'ensemble du ministère de l'intérieur qui doit se mobiliser au niveau approprié

La DGPN, la DGSCGC, la DLPJ et la Préfecture de police de Paris, entre autres, doivent rapidement adopter une démarche active, et s'organiser pour mieux préparer les changements attendus. Cela exige que soient nommés rapidement des correspondants pour le véhicule autonome, et que la thématique soit érigée au rang des priorités par chacune des structures. Pour sa part, la DGN doit aller au-delà de la mission confiée à son Pôle judiciaire, et associer ses directions opérationnelles à la gestion du dossier.

Enfin, il serait opportun de désigner pour l'ensemble du ministère un directeur de projet, rattaché au ministre et placé auprès du cabinet, afin de centraliser les éléments traités par chacune des grandes directions, et d'assurer le pilotage du dossier au niveau le plus élevé.

Recommandation n°2 : Nommer un directeur de projet à l'échelle du MININT ; revoir le dispositif de la DSCR pour gérer le dossier plus efficacement ; impliquer les directions autres que la DSCR (ministère de l'intérieur).

²⁰ United Nations Economic Commission for Europe, ou Commission Économique pour l'Europe des Nations unies (CEE-ONU).

2.1.5 La recherche doit être intensifiée et élargie

Les recherches précompétitives sont désormais le plus souvent sous la coordination de VeDeCoM, qui doit être renforcé pour ce domaine, et travailler en partenariat plus étroit avec les établissements de recherche et techniques (IFSTTAR, SystemX, Cerema, Inria).

La coopération internationale de VeDeCoM en matière de véhicules autonomes doit être encore accrue, singulièrement avec les États-Unis (NHTSA, etc.), avec l'Allemagne (conformément à l'orientation déjà fixée par les deux gouvernements), avec la Chine et avec le Japon. La participation des ministères et des centres publics de recherches doit être plus active encore à Bruxelles (notamment pour les travaux de C-ITS et de GEAR 2030) et à Genève (WP 1 et WP 29).

Enfin, il est essentiel que la recherche ne se limite pas aux seuls domaines technologiques. Des champs qui ne sont pas bien couverts aujourd'hui (économie, emploi, urbanisme, acceptabilité sociale, psychologie) doivent être plus systématiquement traités par les instituts concernés.

Recommandation n°3 : Intensifier l'effort de recherche sur les véhicules autonomes (MEEM, ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche).

2.2 Il faut se préparer à changer les politiques publiques de sécurité routière

2.2.1 Durant la longue phase de déploiement des véhicules autonomes, la sécurité routière doit demeurer au cœur de toutes les attentions

Pour les pouvoirs publics, la sécurité routière est le premier enjeu des véhicules autonomes. S'il est démontré ou perçu que ces véhicules améliorent la sécurité routière, leur développement sera encouragé, et il sera rapide. En cas de doute, alors le progrès sera ralenti ou impossible.

Un accident est la conséquence d'un dysfonctionnement du système homme - véhicule - environnement. En France, les analyses démontrent qu'aujourd'hui, l'accidentalité est avant tout liée aux comportements : ils sont en cause dans 90 % des accidents mortels. Pour réduire la mortalité et la morbidité routières²¹, il faut d'abord éviter l'accident et ensuite minimiser ses conséquences lorsqu'il se produit. Il faut donc aujourd'hui agir en trois domaines qui interagissent les uns avec les autres : la sécurité des véhicules, la qualité des infrastructures et l'adaptation des comportements. Avec le déploiement progressif des véhicules autonomes, il faudra peu à peu adapter la politique de sécurité routière et ses règles.

2.2.1.1 Le lien entre l'automatisation croissante des véhicules et l'amélioration de la sécurité routière reste à confirmer

Selon un rapport publié par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en septembre 2016, l'humanité voit mourir chaque année environ 1,25 million de personnes sur la route. La moitié sont dites vulnérables : piétons, cyclistes et surtout motocyclistes. Plusieurs dizaines de millions d'autres sont blessées. Le coût pour la société serait compris entre 3 % et 5 % du produit national brut dans chaque pays. Et dans beaucoup de nations (en Europe et aux États-Unis singulièrement), le nombre des accidents et des victimes ne diminue plus, ou seulement lentement. D'où l'intérêt des technologies d'autonomie qui permettraient de s'approcher du niveau de sécurité dans les transports collectifs. Dans l'Union

²¹ Le bilan annuel de sécurité routière en France est passé de 18 000 morts au début des années 1970, à 3 268 morts en 2013. Depuis, la courbe est repartie à la hausse en 2014 et 2015, en France comme ailleurs en Europe. La dégradation des résultats est encore plus nette aux États-Unis.

européenne, selon les données européennes de 2008-2010, on compte environ 0,10 voyageur tué par milliard de voyageurs-kilomètres pour l'avion, 0,15 pour le train, 0,45 pour l'autobus et l'autocar... mais 4,5 pour la voiture individuelle et 50 pour le deux-roues à moteur.

Plusieurs études étrangères, notamment en Europe et aux États-Unis²², ont conclu que l'automatisation automobile améliorerait de façon notable la sécurité routière. Mais les conditions de cette amélioration doivent encore être mesurées avec précision²³. Certes, les aides à la conduite réduisent des comportements défaillants : excès de vitesse, état d'ébriété, violation des priorités, usage de smartphone, consommation de stupéfiants, situation de malaise, somnolence, défaut d'entretien... Mais un véhicule autonome introduit une nouvelle complexité : sa sûreté n'est pas la simple somme des sûretés de fonctionnement de chaque composant. La mission note qu'aucune étude française, adaptée au cas de notre pays, formant une analyse complète, n'a jamais été entreprise ni commandée.

Recommandation n°4 : Commander des études et recherches pour mesurer le lien entre l'automatisation croissante des véhicules et l'amélioration de la sécurité routière en France (DSCR). Réaliser un retour d'expérience systématique de l'introduction des ADAS.

Recommandation n°5 : Doter le CNSR d'une sous-commission sur les véhicules connectés et autonomes. Soumettre le sujet au comité des experts du CNSR (DSCR).

2.2.1.2 Le déploiement des véhicules autonomes fera courir de nouveaux risques qu'il faut vite connaître et maîtriser

Plusieurs accidents mettant en cause la responsabilité des véhicules autonomes ont déjà été étudiés (Google Car et Tesla). Les accidents mortels d'une Tesla en janvier 2016 en Chine (province du Hebei) et d'un autre Tesla le 7 mai 2016 aux États-Unis (en Floride) sont les plus inquiétants ; ils montrent à tout le moins les dangers du niveau 3. L'analyse des causes établies et probables fait apparaître une nouvelle accidentalité.

Les nouveaux types de danger se rapportent d'abord à la longue période de cohabitation prévisible entre les véhicules autonomes et les autres. Ils pourraient résulter aussi des défaillances des systèmes techniques : bugs, usure, conditions d'utilisation, robustesse, fiabilité, lisibilité de la route, conditions météo...

Les risques pourront aussi découler de l'émergence de comportements accidentogènes nouveaux : excès de confiance du conducteur (et donc, par exemple, dépassement du taux d'alcoolémie), multiplication de situations dégradées, non vigilance au niveau 3 ou 4, mauvaise posture dans le véhicule, etc.

La reprise en main du véhicule par le conducteur, lorsque le système le demande par une alerte (au niveau 3 ou 4), et la mise en sécurité du véhicule si le conducteur ne répond pas à l'injonction, sont actuellement les deux questions les plus difficiles à dénouer par les industriels. La reprise en main se heurte à des problèmes physiologiques et comportementaux. Les temps minimaux de reprise en main sont différents selon les études, mais, sauf en cas d'urgence où certains avancent le délai de 4 secondes (cité par

²² Cf. notamment l'étude d'Eno Center for Transportation d'octobre 2013, intitulée « *Preparing a nation for autonomous vehicles – opportunities, barriers, and policy recommendations* », et une étude d'août 2014 de l'université du Texas à Austin, intitulée « *The future of fully automate vehicles* ».

²³ Ceci est d'autant plus nécessaire que les véhicules autonome seront surtout utilisés dans un premier temps sur des voies qui ne sont pas celles où surviennent le plus de décès : selon des chiffres de 2015 publiés par la DSCR, 62,8 % des accidents mortels se produisent hors agglomération et autoroutes, 8,6 % sur autoroute, et 28,5 % en agglomération.

Alain Pipernot, UTAC CERAM en novembre 2016). Un consensus pour un temps de 10 secondes semble se dégager²⁴ comme la durée minimale à prendre en compte pour permettre la reprise en main. Ce délai correspond néanmoins à un conducteur suffisamment attentif.. Gardons bien à l'esprit aussi qu'un tel délai correspond à une distance parcourue importante à vitesse élevée. La reprise en main est une des difficultés principales pour la sécurité qui est à prendre en compte au niveau 3 et au niveau 4²⁵.

Des questions que soulève le véhicule autonome, ce sujet est l'un des plus cruciaux, l'immense majorité des futurs utilisateurs étant constituée de conducteurs non professionnels. Le déploiement commercial des véhicules autonomes réclame de ne pas relâcher l'attention sur l'effort de prévention et de répression routière engagé depuis plusieurs années. Il faut que l'amélioration de sécurité qu'ils peuvent apporter soit très nettement supérieure en toutes circonstances aux nouveaux risques qu'ils engendreront. Il est essentiel que les autorisations de nouveaux dispositifs soient très bien encadrées au niveau national et international, pour que toutes les garanties existent en matière de sécurité routière : il serait en effet paradoxal que des outils censés améliorer la sécurité n'en viennent à la menacer.

2.2.1.3 L'interface homme-machine dans les véhicules devra obéir à des règles de sécurité

La reprise de la conduite par le conducteur revêt un aspect de sécurité majeur. Il importe que cette opération obéisse à des critères d'efficacité et de rapidité. Ce doit être une action « réflexe » du conducteur, chaque seconde comptant. Or, il n'existe aujourd'hui aucune standardisation de l'interface permettant de « rappeler » le conducteur pour reprise de la conduite. Il est pourtant nécessaire qu'un conducteur français ne soit pas dérouté lorsqu'il louera un véhicule en Allemagne, et vice versa.

De même, lorsque l'automatisme rencontre des difficultés dans la conduite, il devrait notifier au conducteur le fait que, dans les conditions de circulation rencontrées, il considère une baisse du niveau de sécurité qu'il assure (par exemple, absence intermittente de marquage de chaussée centrale), et, là aussi, cette notification ne devrait pas souffrir d'ambiguïté.

Pour cette raison, la mission considère nécessaire l'élaboration d'une norme concernant l'information du conducteur, l'alerte et la reprise en main de la conduite par le conducteur.

La commission européenne a certes publié le 6 février 2007²⁶ une liste de recommandations générales pour les IHM, l'ESoP (*European Statement of Principles*), sans caractère obligatoire, mais ce document est aujourd'hui largement obsolète et peu appliqué par les constructeurs.

Recommandation n°6 : Ouvrir une discussion au niveau européen et international pour élaborer une norme concernant l'information du conducteur, l'alerte et la reprise en main (MEEM).

²⁴ Comme il a été dit précédemment à propos notamment des études de l'IFSTTAR, les temps de réaction vont approximativement de 2 à 40 secondes. Le temps de 2 secondes est le délai entre le début de l'alerte et le placement des mains et des pieds sur les leviers de conduite, selon un rapport publié en août 2015 par la NHTSA (*National Highway Traffic Safety Administration* aux États-Unis). Le temps de 5 secondes est retenu dans la thèse de William Payre en 2015 (avec IFSTTAR). Le temps de 40 secondes est mentionné dans une étude de l'Université de Leeds publiée en novembre 2014 : elle a démontré qu'il faut ce long délai pour que la conduite redevienne tout à fait normale et stable (sans petits coups de volant à droite ou à gauche, sans regard erratique).

²⁵ Pour cette raison, Julien Cestac (IFSTTAR) et Stéphanie Bordel (CEREMA) estiment que les niveaux 3 et 4 resteront toujours dangereux et exigeront de solides précautions.

²⁶ Annexe à la recommandation du 26 mai 2008 (2008/653/CE).

2.2.2 La lutte contre la cybercriminalité automobile doit être renforcée

2.2.2.1 Les vulnérabilités informatiques des véhicules autonomes sont assurément importantes

La vulnérabilité des véhicules modernes est forte. Ce que les spécialistes qualifient de *surface d'attaque* ouvre des brèches dans lesquelles s'infiltrent les délinquants. Un véhicule automatisé comprend plus de 80 calculateurs installés en réseau (le CAN), par lequel transitent les données. Ce réseau aboutit à la prise OBD sur laquelle les garagistes se branchent. Le véhicule communique vers l'extérieur par téléphonie, Bluetooth, WiFi... C'est donc un objet connecté qui présente une large surface d'attaque informatique en tous points, et dont la cybersécurité globale ne vaut que par son point le plus faible²⁷. C'est en outre un objet particulier par son usage et le fait qu'il transporte des passagers.

Voler un véhicule en simulant sa clé électronique, discréditer un constructeur en provoquant des dysfonctionnements, prendre le contrôle d'un véhicule pour effrayer son conducteur, créer des bouchons, tuer ses passagers, le précipiter sur une foule, etc. sont des menaces qui n'ont rien d'imaginaire. L'atteinte à l'image, la cybercriminalité, l'espionnage, le sabotage, vont assurément toucher les véhicules automatisés et leurs constructeurs.

2.2.2.2 Il faut mieux coordonner les acteurs de la cybersécurité

L'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) auprès du Premier ministre a la mission de faciliter la coordination des politiques envers la cybersécurité en France. La DGEC du MEEM a en charge la réglementation technique liée aux véhicules y compris à l'international (notamment au WP 29²⁸). L'Observatoire central des systèmes de transport intelligent de la gendarmerie nationale (OCTSI) a été fondé le 1^{er} juillet 2015 pour, à partir de l'analyse des données recueillies, proposer des évolutions en matière de sécurité routière (prévention des accidents), et de sûreté (prévention d'actes malveillants). La police ne s'y est pas encore associée. Pour les constructeurs et les industriels il s'agit d'un gros enjeu, mais pour le moment il y a peu de partage, au motif de sécurité industrielle et d'intelligence économique.

Très peu d'études ont été faites. Aucun projet de recherche n'a été lancé. Dans le cadre du plan NFI, l'Institut VeDeCOM pilote un groupe sur les aspects relatifs à la connectivité : « *permettre un contrôle à distance sécurisé et une exclusion d'un élément malveillant* ». L'IRT SystemX fait de même sur les aspects relatifs à la sécurité : « *assurer la cybersécurité du système véhicule autonome et connecté dans son environnement* », mais les projets ne sont pas encore lancés.

La coordination des acteurs est balbutiante. Elle prend notamment la forme d'un tour de table ponctuel dans le groupe de travail inter administrations et *la task force*, mais n'est pas organisée en mode de projet au niveau interministériel. Les constructeurs doivent être davantage associés.

Il est nécessaire de mieux structurer le dispositif de lutte contre la cybercriminalité et de renforcer les processus, sur la base de trois principes :

- l'approche commune police-gendarmerie doit être renforcée, en particulier par le partage des structures (OCTSI, plateau véhicules...), des outils (GenDiag, pour « Gendarmerie Diagnostic »), et des méthodes (fiches réflexe) ;
- la mise en réseau est essentielle : les services de l'administration doivent travailler étroitement ensemble, tisser des partenariats avec des centres de recherche, échanger des stagiaires, développer des projets communs ;

²⁷ Exemple aux États Unis, chez les magasins Target, les données de 115 millions de clients ont été piratées via le prestataire de climatisation, dont le système est relié au « bus » central.

²⁸ Forum d'harmonisation des règles pour les véhicules (ONU).

- le partenariat d'échanges avec des constructeurs est stratégique, notamment pour le développement technologique spécifique aux besoins des forces de police, l'identification des fragilités des véhicules volés et la réponse à apporter, récupération des données des *Event data recorders* (EDR), etc.

Recommandation n°7 : Désigner un coordinateur des acteurs en charge de la cybersécurité des véhicules connectés ou autonomes (Premier ministre). Structurer le dispositif de lutte contre la cybercriminalité en renforçant les structures nouvellement créées, le partenariat police-gendarmerie, la relation avec les centres de recherche et les constructeurs (ANSSI, MININT, MEEM).

2.2.2.3 Il faut arrêter vite de nouvelles règles internationales sur la cybersécurité et transposer celles qui existent déjà

Les règles techniques relatives aux véhicules sont établies au niveau international (ONU et commission européenne), notamment dans le cadre du WP 29 qui reste très orienté vers la protection des données. La réglementation technique n'impose pas aujourd'hui d'exigence relative à la cybersécurité.

La parole de la France est portée par la DGEC, mais les recommandations de l'ANSSI sur la cybersécurité (voir annexe 9) ont été proposées dans le groupe de travail sur les ITS²⁹. Elles ne figurent pas toutes dans une proposition concomitante portée par l'Allemagne et le Japon. Une difficulté subsiste : la France propose d'intégrer ces propositions dans la réglementation technique internationale, alors que les Allemands et Japonais veulent en faire de simples lignes directrices. Or, tous les véhicules neufs embarquent déjà des fonctions connectées insuffisamment bien conçues au regard de la cybersécurité. Il y a donc urgence à ce que le WP 29 charge l'un de ses groupes de travail de proposer des évolutions réglementaires pour imposer le respect de règles de cybersécurité dans le processus d'homologation. Des lignes directrices pourront être utiles dans l'intervalle nécessaire à la production réglementaire.

Recommandation n°8 : Astreindre par la réglementation les constructeurs et équipementiers à installer des systèmes de cybersécurité qui devront être testés et validés avant toute mise en service et pris en compte lors de la réception par type (MEEM).

La transposition de la directive européenne NIS (*Network and Information Security*) entrée en vigueur le 19 juillet 2016, doit intervenir au plus tard le 9 mai 2018. Les « opérateurs de services essentiels » (dont le secteur des transports) seront soumis à des exigences de sécurité pour assurer un « niveau élevé commun de sécurité des réseaux et des systèmes d'information dans l'Union européenne ». Les arrêtés pris pour les opérateurs essentiels préciseront les modalités de déclaration des systèmes d'information d'importance vitale (SIIV), de déclaration des incidents de sécurité, de désignation de la personne représentant l'opérateur auprès de l'ANSSI.

Il est utile d'analyser dans quelle mesure cette directive peut être applicable aux futures plateformes de supervision, et aux réseaux de collecte et de transfert de données (vers eCall, assureurs, assistants, constructeurs). Une structure d'échange et de partage des alertes, des incidents de sécurité, de leur analyse et de leur traitement est en outre nécessaire. Les outils mis en place par la NIS, notamment un CERT (*Computer Emergency Response Team*) spécifique aux véhicules connectés ou autonomes, pourraient être une solution. Ce CERT ne devrait pas être limité aux seuls constructeurs, afin de continuer à permettre

²⁹ Le groupe WP29 mandate plusieurs groupes de travail informels, dont le groupe ITS (*intelligent transport systems*), pour réfléchir sur des sujets techniques. Les pays ont été invités à faire des propositions à ce groupe en matière de cybersécurité. La proposition de la France a été faite par l'ANSSI. Les allemands et les japonais ont fait une proposition commune.

les remontées d'incidents pour la connaissance de l'état de la menace. Il pourrait s'imbriquer dans l'architecture du CERT racine³⁰, aujourd'hui confié à l'ANSSI.

Recommandation n°9 : Réfléchir à l'application de la directive NIS au domaine de la cybersécurité des véhicules autonomes, notamment aux plateformes de supervision et aux réseaux de collecte de données, ainsi qu'à la mise en place d'un CERT (*Computer Emergency Response Team*) spécifique aux véhicules connectés ou autonomes (ANSSI).

2.2.3 Il faut sans attendre préparer la police routière aux changements à venir

2.2.3.1 Les véhicules automatisés devront donner aux forces de l'ordre de meilleurs moyens d'action

Sous réserve de traiter simultanément le problème de la protection des données individuelles (voir paragraphe 2.4.1.4), le déploiement des véhicules autonomes peut être une nouvelle ressource pour les forces de l'ordre.

L'exploitation des données contenues dans les EDR (*Event Data Recorder*) améliorerait les constatations d'accidents et la recherche de responsabilités. En outre, comme il a été prouvé aux États-Unis, cet équipement se révèle être une bonne mesure de prévention routière : il incite les conducteurs à de meilleurs comportements.

Les automatismes pourraient aussi contribuer à la lutte contre la délinquance et la criminalité. Ainsi sera-t-il possible de localiser un véhicule, mais aussi de l'arrêter à distance (herse numérique), de l'empêcher de redémarrer. Il sera aussi possible de déterminer quels sont les véhicules situés dans une zone, ou de transmettre une alerte depuis un véhicule surveillé ou recherché lorsqu'il entre dans une zone délimitée.

Afin que ces nouvelles ressources soient pleinement utilisées, il est nécessaire de travailler sur la capacité des véhicules à produire une information qui permette l'investigation dans le cadre des enquêtes de police judiciaire. Il faut donc que les services de police puissent obtenir des données utiles de la part des constructeurs ou avoir accès directement aux données du véhicule lui-même, et pour cela harmoniser les pratiques³¹ et les cadres juridiques. Un standard européen de données (boîtes noires) est en cours d'émergence. Il faut que les forces de l'ordre disposent des moyens de l'exploiter.

La police et la gendarmerie doivent enfin s'interroger sur l'acquisition de véhicules automatisés pour leur propre flotte. D'une part pour réduire leur accidentalité propre³², d'autre part pour faire évoluer certaines missions de terrain. Un véhicule automatisé en patrouille permettrait à son conducteur une observation plus précise en toute sécurité. Un véhicule automatisé pourrait en outre accomplir des missions d'observation avec exploitation vidéo, sans personnel à bord, libérant ainsi des heures d'activité, dans le cas de patrouilles en zones commerciales, industrielles, zones et établissements sensibles, collecte de renseignements.

Recommandation n°10 : Mettre en place les outils juridiques et technologiques pour permettre aux forces de l'ordre d'agir sur les véhicules automatisés dans les cas de crimes et délits (MININT, ministère de la justice).

³⁰ Un CERT centralise les demandes d'assistance suite aux incidents de sécurité, traite les alertes et réagit aux attaques informatiques, établit la base de données des vulnérabilités, etc. Il existe de nombreux CERT thématiques en France, reliés ou pas au CERT racine, le premier d'entre eux (généraliste), mis en place par l'ANSSI.

³¹ Tous les pays n'ont pas la même position sur la conservation des données, y compris en Europe.

³² 1 820 accidents de circulation en 2015 pour les véhicules de la gendarmerie (2 décès, 131 blessés) et un coût de remise en état de 1,1 million d'euros.

2.2.3.2 Les forces de l'ordre devront adapter leurs comportements aux véhicules autonomes

Les forces de l'ordre doivent renseigner les bulletins d'analyse relatifs aux accidents corporels de la circulation (fiches BAAC), à destination de l'Observatoire national interministériel de la sécurité routière (ONISR), sur lesquels repose l'analyse de l'accidentalité routière. Ces fiches devront être adaptées aux véhicules autonomes. Elles permettront de savoir si un ou des véhicules pris dans un accident circulaient ou non en mode autonome, à quel niveau, quelles étaient la place et l'activité du conducteur au moment de l'accident, entre autres choses.

Pendant une longue période, des véhicules automatisés (ou non) de tous niveaux cohabiteront sur les routes et dans les rues. Ce qui est interdit pour les uns (téléphoner, lire, exercer une activité autre que la conduite) sera autorisé pour les autres selon le niveau d'automatisme : inférieur à 2 ou supérieur à 3. Les forces de l'ordre auront du mal à savoir si un conducteur est en infraction ou non. C'est pourquoi il faut pouvoir identifier les véhicules roulant en mode autonome³³. Certains s'opposent à cette identification car elle est supposée développer des comportements de type toréador³⁴, ou inciter certains conducteurs indécis à forcer le passage devant un véhicule autonome. Il est tout aussi nécessaire qu'un véhicule autonome puisse reconnaître les forces de l'ordre, et répondre à leurs injonctions sonores ou gestuelles. Cette reconnaissance pourrait être réalisée par un échange télématique entre le véhicule autonome et l'agent de la circulation.

Sur le terrain, les constatations et les procédures seront affectées par les véhicules automatisés. Il est donc nécessaire de faire évoluer les fiches réflexes, la formation des agents et les outils³⁵ à leur disposition.

Enfin, les véhicules de police et de gendarmerie doivent pouvoir continuer à exercer leurs droits de priorité dans la circulation (voir paragraphe 2.2.4).

Recommandation n°11 : Modifier les fiches BAAC pour y intégrer les données relatives aux véhicules automatisés (MININT).

Recommandation n°12 : Mettre en place un système d'identification des véhicules automatisés à destination des forces de l'ordre ; permettre un dialogue entre les véhicules automatisés et les forces chargées du contrôle de la circulation (MININT).

2.2.4 Les métiers de la sécurité civile vont devoir s'adapter

Les véhicules autonomes peuvent être impliqués dans un accident, ou se trouver sur le trajet de véhicules de secours (ou d'intervention) prioritaires, ou dans une zone à évacuer, ou bien être eux-mêmes véhicules de secours.

³³ Plusieurs possibilités : une plaque de couleur différente (mais ne permettant pas de savoir si la circulation est ou non en mode autonome), une lumière comme celle des taxis (qui permettrait de savoir si le véhicule est en mode autonome ou pas), etc.

³⁴ Par jeu, certains piétons pourraient se mettre sur la trajectoire d'un véhicule autonome pour l'arrêter.

³⁵ L'IRCGN a développé un outil d'aide en ligne (cyberaide) sur lequel on trouve les fiches « réflexe » pour tous types de besoin des enquêteurs (7 000 fiches). Un guide à l'usage des enquêteurs pour améliorer les constatations et la remontée d'information ou faciliter l'enquête sera diffusé très prochainement par l'OCSTI sur le sujet du *mouse jacking* en croissance rapide (avec un outil simple, on peut reprogrammer une clé sur la prise OBD). GENDIAG (action commune police-gendarmerie) est un outil qui permet de récupérer le numéro d'identification d'un véhicule et la provenance de ses calculateurs.

2.2.4.1 Les véhicules prioritaires devront pouvoir circuler au moins aussi facilement demain³⁶

Dans de nombreuses situations, sur zone d'intervention ou en transit, les véhicules de secours sont prioritaires. Ils sont souvent conduits à ne pas respecter les règles du code de la route. Ils peuvent franchir des lignes blanches, prendre des sens interdits, passer au feu rouge, ne pas respecter des distances de sécurité... L'automatisation future de ces véhicules ne doit pas conduire à rendre difficiles ou impossibles ces manœuvres. Un système dérogatoire doit donc être maintenu pour les véhicules de secours au regard des aides à la conduite (ADAS) dont doivent être obligatoirement équipés les poids lourds³⁷.

Ce système doit pouvoir être désactivé dans le cas de remontée de file, ou lorsque les véhicules de secours doivent se faufiler ou trouver le chemin le plus court. En outre, dans ce cas, un freinage d'urgence d'un véhicule précédant un engin de secours pourrait le mettre en difficulté.

Lorsqu'un véhicule autonome est sur le trajet d'un véhicule de secours, il doit pouvoir se positionner pour céder la priorité et, dans ce cas, s'affranchir de certaines règles : franchir une ligne blanche, brûler un feu rouge, monter sur un trottoir, mordre sur la voie opposée, se coller aux autres... Il faut donc que les véhicules autonomes soient capables de gérer individuellement et collectivement ces situations. En gestion collective de trafic, on pourrait concevoir d'utiliser les automatismes et la connectivité pour ouvrir au mieux le passage aux véhicules de secours.

Des cas inédits apparaîtront sans doute. L'expérience des services de secours doit être utilisée pour les répertorier et les traiter.

2.2.4.2 Les connexions des véhicules autonomes devront faciliter l'action des services de sécurité civile

Les véhicules autonomes transmettront des données qui peuvent permettre de les localiser, d'identifier leurs caractéristiques, comme par exemple le type de véhicule en cause dans un accident (poids-lourds, transports de matières dangereuses), leur motorisation et carburant (GPL, hydrogène, positionnement dans un parking...). Seront aussi transmis le nombre de véhicules accidentés, le probable nombre de victimes et leurs caractéristiques déclarées, leur typologie ainsi que les risques associés. Ces informations apporteraient de grands avantages pour mieux engager les secours, mieux les calibrer, minimiser les délais d'intervention, adapter la réponse qualitative. Le service *eCall*, obligatoire dès 2018, est un premier pas pour une prise en compte rapide des accidents de la route.

En retour, des informations utiles pourraient être transmises aux véhicules autonomes par les forces de sécurité civile. Par exemple, on pourrait envoyer des messages de confinement ou d'évacuation, ou d'itinéraire imposé, afin de fluidifier l'évacuation ou le contournement d'une zone d'exclusion ou d'une zone à risques, de manière guidée ou automatisée. Il serait ainsi possible de suivre aisément le déplacement des personnes en cas d'alerte des populations, ou de mise en place de périmètre de sécurité, ou d'évacuations massives (campings, inondations, feux de forêts).

Recommandation n°13 : Prendre en compte dans les cas d'usage les besoins des véhicules prioritaires (pompiers, forces de l'ordre), et les situations de crises de sécurité civile (MININT).

2.3 Le code de la route va devoir être modifié

Le dispositif récemment mis en place par l'ordonnance n° 2016-1057 du 3 août 2016, pour encadrer les expérimentations de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques, est un mécanisme

³⁶ Ces besoins sont valables pour l'ensemble des véhicules prioritaires : pompiers, ambulances (sous réserve de la nature de la mission), police, gendarmerie, autres forces d'intervention.

³⁷ Il convient que ce point figure à l'agenda international, compte tenu du système d'homologation.

transitoire. Il se contente de définir de façon pragmatique la procédure à suivre. Il ne modifie pas les dispositions de fond qui sont applicables de manière permanente à la conduite.

Le déploiement prochain des premiers véhicules autonomes va nécessiter d'adapter le droit routier, afin de rendre possible la circulation de tels véhicules hors expérimentation. Les aménagements du cadre juridique qui interviendront devront garantir le plus haut niveau de sécurité pour tous les utilisateurs de la voirie.

Les propositions doivent s'articuler avec les modifications des textes internationaux récemment adoptées, ou à l'étude, en particulier les deux amendements à la Convention de Vienne de 1968 sur la circulation routière qui sont entrés en vigueur le 23 mars 2016 (cf. § 1.1.1.).

2.3.1 Trois principes devront régir les évolutions réglementaires

- La conduite autonome doit être facilitée, doit rester dans des limites réalistes, et doit faire progresser les comportements des conducteurs.
- Le code de la route devra être adapté pour autoriser l'utilisation des dispositifs d'autonomie dans tel ou tel domaine d'emploi, en évitant les utilisations peu sûres. Par ailleurs, le véhicule autonome doit être un véhicule *vertueux*. En effet, sa justification tient aux gains attendus dans la sécurité routière, aux économies d'énergie, et au confort qu'il apportera aux conducteurs (niveau 3 ou 4). En contrepartie de ces avantages, la société peut s'attendre à une plus haute civilité des conducteurs.
- Le développement de la circulation en mode autonome doit être soutenu par des évolutions progressives, afin de vérifier que la technologie est suffisamment fiable, la réglementation évoluant elle-même graduellement.

La technologie avance rapidement, mais sa fiabilité n'est pas encore suffisamment démontrée. Tout en facilitant l'arrivée des nouveaux outils, les pouvoirs publics devront procéder à des validations pour autoriser le franchissement des étapes, en particulier durant la longue phase de cohabitation entre véhicules autonomes et autres véhicules.

La reconnaissance de la conduite en mode autonome doit se concilier avec la sécurité routière en toutes circonstances. Pour ses promoteurs, le véhicule autonome sera bien plus sûr. Mais il est aussi porteur de nouveaux risques, comme cela a été exposé plus haut. Il appelle donc une vigilance sur la bonne utilisation de dispositifs encore peu connus (comme le *deep learning*).

Sur la base de ces principes, la mission CGEDD-IGA propose les mesures suivantes :

Sauf au niveau 5, sans conducteur par définition, il faut veiller à ce que le conducteur soit apte à reprendre rapidement le contrôle en toutes circonstances

Au niveau 2, il n'y a pas de mode autonome, et l'utilisation d'automatismes est en principe conforme aux prescriptions de l'article R 412-6 du code de la route. Cet article énonce en son paragraphe I que « *tout véhicule en mouvement ou tout ensemble de véhicules en mouvement doit avoir un conducteur (...)* », et dans son paragraphe II que « *tout conducteur doit se tenir constamment en état et en position d'exécuter commodément et sans délai toutes les manœuvres qui lui incombent (...)* ». Ces termes font obligation au conducteur de rester concentré sur la conduite du véhicule³⁸.

³⁸ Les voitures Tesla Model S et X sont à ce niveau 2.

Dès le moment où l'on voudra autoriser l'activation d'un pilote automatique en *mains libres* ou en *regard libre* (niveau 3 ou 4), les dispositions du code de la route devront être modifiées à dessein de permettre au conducteur de lâcher les mains et lever les pieds, et de détourner son attention.

Cette question est fondamentale. Faudra-t-il autoriser clairement l'utilisation de *distracteurs* tels que le téléphone ou le smartphone, qui sont aujourd'hui interdits, ou bien sévèrement réglementés ? Il convient aussi d'être attentif à l'effet psychologique d'un tel changement qui va à l'encontre de la politique suivie depuis de nombreuses années. De plus, la cohabitation de véhicules faiblement automatisés (niveau 2 ou niveau inférieur) avec des véhicules de niveau 3 ou de niveau 4, sera délicate au regard du comportement des usagers. Les conducteurs pourront utiliser les deux types de véhicules (avec ou sans délégation de conduite) en fonction des circonstances; beaucoup d'entre eux auront tendance à relâcher leur vigilance quand ils passeront d'une voiture dans laquelle les *distracteurs* sont permis à un autre véhicule où ils demeurent interdits.

De même, et cela est confirmé par les réactions des personnes ayant participé aux tests conduits par l'IFSTTAR, des conducteurs inclineront à penser que la conduite déléguée leur permet désormais de monter dans leur véhicule en état d'ébriété. Selon la mission, il est impératif de maintenir les interdictions actuelles pour ce qui concerne l'alcool et les stupéfiants.

Il faudra aussi des mécanismes, comme des caméras, pour s'assurer que le conducteur est prêt à reprendre la main en une dizaine de secondes (ou moins) sur injonction du système de conduite du véhicule. Ces dispositifs devront bien sûr respecter la vie privée du conducteur.

Au moins dans un premier temps, il ne faut autoriser le mode automatique sans conducteur (niveau 5) au moins dans un premier temps, que sur des voies spécialement aménagées, en site fermé ou réservé.

Circulant au niveau 5, les navettes de transport public, par exemple celles qui sont expérimentées à Lyon Confluence, pourraient emprunter les couloirs réservés en ville ou les voies qui seraient réservées (au cœur historique des grandes villes par exemple) aux autres types de véhicules totalement autonomes comme les *taxi-robots*, sauf sur de courtes sections (franchissement d'un carrefour par exemple)³⁹.

Il ne paraît en revanche guère envisageable d'ouvrir les voies de circulation générale à de tels véhicules (hors situations de tests) avant un retour d'expérience de nombreuses années.

Pour les mêmes raisons, il n'apparaît pas possible d'autoriser pour le moment, hors le cas des navettes, la circulation de véhicules, présentés comme de niveau 5, sans dispositif technique (poste de conduite, tablette de télécommande, etc.) permettant un pilotage manuel en cas de nécessité. La Californie a d'ailleurs imposé à Google un poste de conduite dans toutes ses voitures expérimentales sur routes et rues ouvertes au niveau 5.

Autoriser les valets de parking

Aujourd'hui, l'obligation de la présence d'un conducteur à bord, sauf au niveau 5, interdit normalement en toute circonstance le recours aux dispositifs d'aide au stationnement, parfois appelés *valets de parking*, qu'on peut actionner de l'extérieur au moyen d'une télécommande ou d'un téléphone portable.

Ces valets de parking (externes) peuvent aussi présenter un grand intérêt en facilitant le stationnement de véhicules hors voies publiques, dans des parkings souterrains par exemple. Les conducteurs n'auraient plus à circuler (en voiture et à pied) dans des parkings, un avantage certain de

³⁹ C'est ce qui est envisagé pour la liaison gare de Lyon-gare d'Austerlitz à Paris.

confort mais aussi de sécurité personnelle⁴⁰. Les exploitants des parkings pourraient augmenter le nombre des places à disposition, Il conviendra de déterminer, en fonction de la sécurité apportée par la technologie, s'il faut ou non limiter ces manœuvres sans conducteur aux parkings ou aux parties de parking n'admettant que des véhicules avec valet de parking⁴¹. En ce cas un aménagement de l'article R 412-6 du code de la route⁴² pourrait autoriser un pilotage externe du véhicule.

Enregistrer les données du véhicule en respectant le droit à la vie privée

La technologie numérique permet d'enregistrer dans une *boîte noire* tous les événements survenus à bord. La mission considère que c'est nécessaire aux niveaux 3, 4 et 5, sans préjudice des données que le constructeur, l'équipement ou le garagiste recueillera continûment. Toutefois, il importera de prévoir des règles assurant le respect de la vie privée, aussi bien dans la durée des enregistrements que dans l'accès à ces données. Ce point est développé plus loin au paragraphe 2.3.3.

Cette question est distincte de celle de l'*Event Data Recorder* (EDR), que l'Union européenne pourrait bientôt rendre obligatoire pour tout véhicule neuf (comme aux États-Unis). L'EDR enregistre les données utiles en cas d'accident. C'est pourquoi il efface automatiquement toutes les données trop éloignées des circonstances immédiates de l'événement. La question de la détermination des responsabilités en cas d'accident sera un sujet capital à l'avenir. Elle nécessitera de pouvoir discerner avec un minimum de certitude la cause de l'événement, pour savoir en particulier si le véhicule circulait ou non en mode autonome, ou si le conducteur a commis des erreurs ou des fautes dans le maniement des automatismes embarqués. À ces questions, il sera bien plus facile de répondre si les véhicules sont tous équipés d'EDR.

Imposer le respect des limitations de vitesse par les véhicules en mode autonome

Le véhicule autonome, dont l'un des plus grands atouts, mis en avant par ses promoteurs, devrait être son aptitude à voir clairement et rapidement tout l'environnement où il évolue, et cela bien mieux que l'homme, devra scrupuleusement respecter le code de la route, en particulier les limitations de vitesse. La mission préconise de prévoir un algorithme alignant la vitesse du véhicule autonome (niveau 3, 4 ou 5), au maximum, sur la vitesse autorisée dans la zone parcourue. On ne peut pas présenter le véhicule autonome comme un moyen d'améliorer la sécurité routière, et lui permettre en même temps de violer les règles limitant la vitesse, qui est le premier facteur accidentogène.

La difficulté est de fournir au véhicule des données parfaitement à jour. La DSCR étudie le projet de constituer une base de données numériques recensant la totalité des limitations de vitesse sur le territoire français. Compte tenu de l'ampleur du sujet, et des pertes en ligne inévitables, cet outil, limité à la France, ne suffira pas. Il faudrait le compléter par une acquisition d'informations en temps réel, le véhicule *lisant* grâce à ses capteurs les données fournies par l'infrastructure (soit par la *lecture* des panneaux, soit par la récupération de signaux émis par l'ouvrage. Doit être tranchée la question du moment où le véhicule doit commencer à adapter sa vitesse. De même, doit être posée la question de la pertinence de certaines limitations peu réalistes (passage de 90 kilomètres par heure à 50 kilomètres par heure en une courte distance par exemple).

⁴⁰ On imagine mal une manœuvre télécommandée sur une longue distance dans un garage fréquenté en même temps par des véhicules conduits manuellement et par des véhicules pilotés au moyen de l'automatisme, les risques d'accident étant trop élevés.

⁴¹ Limiter l'emploi des « valets de parkings » à des parkings spécifiques réduit évidemment l'intérêt économique de la mesure ; les expérimentations devront apporter la preuve que l'usage des valets de parkings est possible dans tout type de parc de stationnement.

⁴² L'article en question du code de la route spécifie notamment que « tout véhicule en mouvement ou tout ensemble de véhicules en mouvement doit avoir un conducteur ». Sa modification n'est pas nécessaire pour l'usage des valets de parking dans des parcs de stationnement qui ne sont pas ouverts à la circulation publique.

Expérimenter les convois de camions « en peloton » en réduisant les distances entre les véhicules lourds

Les circulations de camions autonomes ou semi-autonomes en peloton (*platooning* en anglais) exigeraient des modifications réglementaires. Dans le droit actuel, la distance de sécurité entre deux véhicules (ou ensembles de véhicules) dont le poids total autorisé en charge (PTAC) dépasse 3,5 tonnes, ou dont la longueur dépasse 7 mètres, se suivant à la même vitesse, est de 50 mètres au moins (article R 412-12 du code de la route, paragraphe II). Cette distance ne peut pas être respectée si des camions évoluent en peloton en mode autonome, car cette technique n'est utile qu'avec des distances réduites entre les véhicules reliés par Wi-Fi.

Dans un contexte concurrentiel exacerbé, la France ne peut demeurer à l'écart d'une technique permettant des gains de productivité substantiels. Il conviendrait d'expérimenter dans un premier temps la technique du *platooning*, pour lever les incertitudes qui demeurent.

Les incertitudes les plus grandes concernent évidemment la sécurité routière. Une première difficulté est de savoir, dans le cas où le véhicule de tête serait confronté à un obstacle soudain et n'aurait pas le temps de freiner pour éviter la collision, si le convoi provoquerait un carambolage derrière lui⁴³.

La seconde difficulté que soulève la technique du *platooning* est l'insertion de véhicules entre les camions, qui entraîne la rupture du peloton par interruption du signal. Or, cette insertion peut s'avérer inévitable pour des véhicules qui entament une manœuvre de sortie de la voie, sur une bretelle ou une aire d'autoroute. Faut-il aller jusqu'à poser une règle interdisant le rabattement entre deux camions reliés en peloton, ce qui supposerait que les automobilistes puissent identifier qu'il s'agit d'un convoi organisé de la sorte, et non pas seulement de camions très proches sans être reliés ? Cette interdiction existe aujourd'hui pour les colonnes militaires, de forces de police, ou les *cortèges en marche* (article R 412-15 du code de la route). La Mission n'a pas décelé chez ses interlocuteurs de consensus sur ce point. Elle propose de ne pas s'engager pour le moment dans cette voie, et recommande d'ouvrir une période d'observation pour dégager un retour d'expérience. A l'issue de cette période, par exemple de deux ans, le sujet pourrait être revu et une décision finale arrêtée.

Interdire pour le moment le transport de marchandises dangereuses en mode autonome

Comme l'ont montré les tests effectués par des journalistes ou par des centres indépendants⁴⁴, les systèmes automatisés n'offrent pas pour le moment suffisamment de garanties de fiabilité. Tant qu'un niveau suffisant n'aura pas été atteint par la technologie, la mission estime prudent de ne pas autoriser la conduite en mode autonome, ni évidemment en peloton, pour le transport des marchandises dangereuses figurant sur la nomenclature prévue par l'article L1252-1 du code des transports.

Limiter la vitesse des navettes autonomes de transport de voyageurs, et celle des taxis robots (niveau 5)

Le transport collectif de passagers en mode pleinement autonome (niveau 5) doit offrir les garanties les plus élevées, aucun conducteur n'étant présent à bord pour reprendre la main en cas de problème. Ceci conduit, au moins dans un premier temps, à n'envisager la circulation de telles navettes qu'en site réservé ou aménagé. Les navettes de passagers peuvent atteindre en démonstration des vitesses de l'ordre de 50 km/h. À l'heure actuelle, la vitesse maximale en exploitation est en réalité beaucoup plus basse, de l'ordre de 20 ou 25 km/h (et même moins dans le test mené à Lyon), de sorte que le problème ne se pose pas dans l'immédiat.

⁴³ En général les promoteurs du *platooning* insistent sur le fait que tous les véhicules freinent en même temps mais ils ne considèrent que le cas où le premier véhicule a eu le temps de s'arrêter.

⁴⁴ Le magazine Auto-Plus a testé la capacité de freinage de sept modèles de voitures en mode autonome, avec un fort taux d'échec (article mis en ligne le 13 octobre 2016).

En ville, compte tenu de la règle définie plus haut, rendant obligatoire le respect de la limitation de vitesse par les véhicules en autonomie, même si la vitesse d'exploitation s'accroît avec l'évolution des matériels, la navette s'adaptera nécessairement à la vitesse maximale autorisée en ville. (30 km/h ou 50 km/h). En revanche, la question se pose en dehors des villes, si les navettes empruntent des voies rapides urbaines ou des routes (aménagées). Dans le cas de véhicules de niveau 5, dépourvus de conducteur à bord, une vitesse offrant à la fois toute garantie de sécurité et compatible avec la circulation devrait être imposée dans un premier temps. La même règle devra prévaloir pour les taxis-robots.

Imposer la télésurveillance des navettes

Il est impossible d'imposer la présence dans chaque navette d'un opérateur professionnel, à la fois pour des raisons techniques (absence de poste de pilotage) et économiques (les navettes sont une solution pour la mobilité dite du dernier kilomètre, et emportent un nombre restreint de passagers). En revanche, il est tout aussi impossible d'envisager leur circulation sans aucune supervision par l'exploitant en temps réel. La mission préconise qu'un dispositif de télésurveillance soit imposé pour assurer un suivi permanent du véhicule par l'opérateur de transport, qui pourra intervenir à distance en cas d'urgence.

Les propositions qui précèdent peuvent être synthétisées dans l'encadré suivant :

1. Sauf au niveau 5, maintenir la présence d'un conducteur apte à reprendre le contrôle en toutes circonstances. Étudier la mise en place d'un dispositif de surveillance par caméra de la présence du conducteur au volant (MININT, MEEM).
2. N'autoriser le mode automatique sans conducteur (niveau 5) au moins dans un premier temps, que sur des voies spécialement aménagées, en site fermé ou réservé (MININT, MEEM).
3. Autoriser les systèmes d'aide au stationnement dits *valets de parking* (MININT, MEEM).
4. Enregistrer les données du véhicule en respectant le droit à la vie privée (MININT, MEEM, ministère de la justice).
5. Imposer le respect des limitations de vitesse par les véhicules en mode autonome (MININT, MEEM).
6. Étudier l'identification, notamment numérique, des véhicules circulant en mode autonome (MININT, MEEM).
7. Expérimenter les convois de camion « en peloton » en réduisant les distances entre les véhicules lourds (MININT, MEEM).
8. Interdire le transport de matières dangereuses en mode autonome (MEEM).
9. Limiter la vitesse des navettes autonomes de transport de voyageurs, et celles des « robots-taxis » de niveau 5 ; imposer la télésurveillance des navettes (MININT, MEEM).

Recommandation n°14 : Faire évoluer le code de la route pour faciliter le déploiement des véhicules autonomes sans réduire le niveau de la sécurité routière (MININT, MEEM).

2.3.2 Les conducteurs devront être mieux formés et renseignés sur la conduite déléguée des véhicules autonomes

2.3.2.1 Les conducteurs devront apprendre une nouvelle manière de conduire

Les véhicules autonomes nécessiteront un apprentissage spécifique, car les automatismes réclament des aptitudes nouvelles. D'abord au niveau du maniement du véhicule et du déclenchement des automatismes pour contrôler la vitesse, la direction, la position. Ensuite, pour la maîtrise des situations de circulation, en s'adaptant en temps réel aux exigences nécessitées par celles-ci. En troisième lieu, au niveau

du contexte social et des objectifs de la conduite automobile pour le conducteur. Enfin, au niveau de l'importance de la conduite automobile dans le projet de vie du conducteur⁴⁵.

La conduite est une tâche que chacun exécute à son rythme. Ce que le conducteur est disposé à faire (attitudes et motivations) est tout aussi important que ce que le conducteur doit faire (facteurs de performance)⁴⁶.

Dans un premier temps, les véhicules autonomes et les véhicules non autonomes cohabiteront. Les véhicules de haut de gamme (*premium*) sont déjà équipés de nombreuses aides à la conduite (ADAS). L'investissement pour acquérir des véhicules autonomes étant lourd, il est probable que peu de jeunes conducteurs soient amenés à en conduire souvent, si ce n'est dans le cadre familial.

Les véhicules autonomes introduisent un double paradoxe. D'abord, celui de l'aptitude : les conducteurs conduiront de moins en moins, et donc auront de moins en moins d'expérience et de compétences de conduite. Mais le véhicule demandera au conducteur de reprendre la main à des moments difficiles, voire dans l'urgence. Ensuite, celui du confort relatif : les véhicules ne permettront pas de faire tout ce qu'on veut à tout stade de leur automatisation. Il faut rester à sa place, vigilant, et posséder sa pleine intégrité physique et psychologique jusqu'au niveau 4.

2.3.2.2 La formation et l'information sur la délégation de conduite devront être obligatoires

Ce contexte et ses contraintes imposent une approche globale d'éducation à la sécurité routière⁴⁷. L'éducation routière permet d'adopter la conduite adaptée en tant qu'utilisateur de la route, et modifie le rapport à la règle. Elle permet d'appliquer la règle parce que celle-ci est comprise, plus que parce qu'elle est crainte. En cela elle est aussi centrale pour l'acceptabilité et pour rendre chacun porteur du message de sécurité routière. Elle s'adresse évidemment aux plus jeunes, mais elle doit être présente à toutes les étapes de changement dans la vie de l'utilisateur. Dans le cas des véhicules autonomes ce sont peut-être les conducteurs les plus âgés qui auront le plus de mal à s'y adapter.

Il faut transmettre dès aujourd'hui les connaissances utiles sur les véhicules autonomes dans le continuum éducatif, de l'école primaire au lycée.

Pour obtenir le permis de conduire, il ne semble pas nécessaire de former dès aujourd'hui tous les conducteurs à la conduite de véhicules autonomes, et d'en faire une condition d'obtention du permis de conduire. En revanche, l'utilisation des automatismes, le comportement des véhicules autonomes, le comportement du conducteur, doivent faire l'objet de séances d'information.

Un permis de conduire spécial ne semble pas nécessaire. Mais pour qui doit conduire un véhicule automatisé, des pré-requis sont indispensables. Ils pourraient prendre la forme d'une *unité de valeur*, faisant l'objet d'une évaluation certificative. Cette attestation serait obligatoire pour conduire un véhicule autonome de niveau 3 et plus. Elle serait basée sur l'acquisition par tout conducteur de quatre compétences minimales :

⁴⁵ Ces quatre aspects sont les piliers de la matrice GDE (*Goals for Driver Education*) qui a été conçue dans le cadre du projet GADGET (2002) de l'Union européenne et qui est utilisée pour l'apprentissage de la conduite dans de nombreux pays européens. (voir les détails en annexe 8).

⁴⁶ Recherches en psychologie de la circulation de Rothengatter (1997).

⁴⁷ Le guide de la commission européenne (meilleures pratiques en matière de sécurité routière), en définit les finalités : Promouvoir la connaissance et la compréhension des règles et des conditions de la circulation / Améliorer les aptitudes par la formation et l'expérience / Stimuler ou modifier les attitudes par la prise de conscience des risques / Modifier les comportements tels que, par exemple, la conduite sous l'influence de l'alcool ou la pratique de vitesses trop élevées / Former les conducteurs, les diagnostiquer (détecter les personnes susceptibles de faire preuve d'un comportement dangereux) et accompagner la restauration de l'aptitude à conduire.

- connaître ce qu'il peut attendre d'un véhicule en mode autonome ou non ;
- maîtriser la manipulation des aides à la conduite (ADAS) et l'interface homme-machine ;
- être capable de reprendre en main le véhicule quand le système de conduite informatique le demande et être informé des procédures relatives aux trajectoires de sécurité.
- connaître sa responsabilité qui découle de sa décision d'activer les automatismes, et connaître les risques associés, connaître le système de surveillance du comportement du conducteur ;

Une durée de trois à quatre heures semble suffisante pour atteindre ces objectifs, avec un passage obligé par un outil de simulation pour la reprise en main. Une application de smartphone pourrait être développée pour assurer le suivi et l'actualisation des connaissances. Cette unité de valeur pourrait être délivrée par les écoles de conduite et les organismes de récupération de points. Les loueurs et les gestionnaires de flottes partagées devraient l'exiger au moment de la location⁴⁸.

Il faut en outre imposer aux concessionnaires, au moment du retrait de tout véhicule autonome après achat (voiture neuve ou d'occasion), d'assurer une formation à la prise en main reprenant au minimum les deux premières compétences de *l'unité de valeur*.

En plus de la formation, les activités de prévention routière et de communication doivent comprendre dès aujourd'hui des informations et formations relatives aux automatismes.

Recommandation n°15 : Agir rapidement sur l'information et la formation des usagers et des conducteurs de véhicules automatisés. 15a : Intégrer une information relative aux véhicules automatisés au niveau du « continuum éducatif », du permis de conduire, et des actions de prévention routière et de communication sur la sécurité routière (MININT). 15b : Pour les niveaux 3 et 4 (SAE), créer une unité de valeur constituant un pré requis obligatoire pour la conduite d'un véhicule autonome (MININT). 15c : Imposer aux concessionnaires automobiles de mettre en place un module obligatoire de prise en main du véhicule automatisé lors de son achat (MININT, MEEM).

2.4 Les routes et les aménagements routiers devront s'adapter parallèlement au déploiement des véhicules autonomes

2.4.1 Le réseau routier

Le réseau routier est composé :

- d'un réseau national structurant qui permet de relier les grands pôles urbains avec des autoroutes concédées et non concédées (environ 1 % du réseau total) et des routes nationales (moins de 1 % du réseau total), dont une grande partie a été décentralisée en 2006 au profit des départements.
- d'un réseau capillaire reliant des villes de moindre importance, souvent hérité de l'histoire des territoires ou créé récemment dans les zones urbaines : il s'agit des routes départementales (35 % du réseau total) et des routes communales (environ 63 % du réseau total).

⁴⁸ Les loueurs préfèrent une *unité de valeur* à une obligation de prise en main par leurs soins, qui irait à l'encontre d'un modèle économique de plus en plus dématérialisé.

– Types de voies	Répartition des voiries en km de linéaire en 2014
Autoroutes	11560
dont autoroutes concédées	Dont 8951
Nationales	9 645
Départementales	378 973
Communales	673 290
Total	1 073 468

En comparaison avec les autres pays européens la France dispose d'un réseau routier long et dont la densité (en kilomètres par habitant) est forte. Cela est dû à la configuration géographique du pays, à l'histoire de son urbanisation et à son organisation territoriale. Son réseau structurant (autoroutes et routes nationales) est relativement moins long et moins dense qu'en Allemagne mais davantage qu'au Royaume-Uni.

2.4.2 La route et le véhicule continueront d'évoluer en symbiose

La route et le véhicule évoluent en symbiose. La voiture et le poids lourd ne pourraient pas avoir les performances actuelles sans les grands progrès qui ont profité aux infrastructures routières depuis si longtemps. La granulométrie des chaussées est maintenant bien adaptée aux pneus modernes, qui, en retour, se sont toujours ajustés aux nouvelles chaussées. Les équipements aussi se sont adaptés. La signalisation est faite pour être lue par un automobiliste qui circule à grande vitesse. Elle est rétro-réfléchissante pour être vue de nuit à la lumière des feux de croisement.

Il est certain que cette symbiose continuera avec le véhicule autonome et que celui-ci et la route s'obligeront mutuellement à évoluer jusqu'à un nouvel équilibre. On peut en tracer les contours dans trois domaines : l'infrastructure, les équipements de la route et le partage de la voirie.

2.4.2.1 L'adaptation plus ou moins grande des chaussées et parkings facilitera le déploiement des véhicules autonomes

Sur les routes ouvertes, selon des constructeurs et équipementiers, deux usages de véhicules autonomes vont être bientôt possibles⁴⁹ : les navettes de transport public et les voitures particulières (au niveau 3, voire 4 ou 5). Pour les premières, qui évolueront en site propre ou en site connu (et avec un cheminement préalablement enregistré) sous la supervision d'un opérateur (éventuellement gérant à distance une flotte de navettes), les aménagements peuvent être légers, comme ceux que l'on fait pour les bus à haut niveau de service, voire plus simples encore. La navette autonome se déplacera à faible vitesse, et sera pilotée par un automatisme simple qui l'arrête si un obstacle se dresse. Suivant ses capacités, elle pourra contourner l'obstacle, ou attendre que l'opérateur l'aide à y parvenir.

Il est probable que le mode autonome ne sera actionné dans la plupart des cas, au moins dans un premier temps, que sur les axes aménagés ou bien reconnaissables par l'intelligence artificielle, ce qui exclut une grande part du réseau routier hors autoroutes et agglomérations. C'est pourquoi la mission n'a

⁴⁹ La Nouvelle France Industrielle distingue d'autres usages : valet de parking, navettes du dernier kilomètre, etc. On s'arrête sur deux d'entre eux sans que cela ne change la teneur générale.

pas traité en détail les questions liées aux voies qui ont peu de chances de voir circuler de véhicules en mode autonomes dans un futur proche.

Les voitures qui arrivent sur nos réseaux et qui ont un certain degré d'automatisation sont plus adaptées pour la conduite sur autoroutes. Elles utilisent des systèmes de contrôle de trajectoire basés sur la détection de la signalisation horizontale, sur la détection des obstacles et des véhicules qui précèdent par différents capteurs ; elles gèrent leur allure par un régulateur de vitesse ou par le maintien d'une inter-distance constante avec le véhicule qui précède. La principale difficulté qu'elles rencontrent, c'est qu'elles doivent maintenir une vitesse élevée compatible avec celles des autres véhicules. Il faut donc que le réseau routier soit d'une grande qualité et ne réserve pas de surprises. À l'heure actuelle, en cas d'événement inattendu, ces véhicules rendent la main au conducteur, lequel doit rester attentif (voir à ce sujet le § 2.2.1.2.)

L'Association française des autoroutes et ouvrages concédés (ASFA) a commencé à travailler sur ces sujets avec les constructeurs automobiles. Les premières études démontrent que le lieu le plus compliqué pour les véhicules autonomes est le péage. À l'arrivée dans la « raquette » de péage (selon le terme employé par les autoroutiers), la signalisation horizontale s'interrompt, les véhicules se croisent à la recherche de la voie de paiement adapté ou celle où la file est la moins longue. La compréhension de la signalétique des voies de paiements est difficile : elle est seulement en cours de standardisation au niveau français. Il est évident que la nécessité de rendre la main au conducteur est elle-même source de danger.

Une solution consisterait à remplacer ces péages par des péages *free flow*, avec des portiques placés en section courante et dotés de système de paiement électronique (TIS) et de caméras vidéo couplée à des systèmes de reconnaissance de plaques. Cela ne pose pas de problèmes techniques mais réglementaires : il faudrait pouvoir verbaliser immédiatement les contrevenants. À défaut d'y consacrer des effectifs suffisants de gendarmerie ou de police, il faudrait procéder à une évolution du droit pour permettre au personnel des sociétés d'autoroute d'arrêter et de verbaliser les véhicules. Le péage *free flow* – dont le développement a son propre intérêt indépendamment de la voiture autonome - serait un facilitateur pour celle-ci. Néanmoins il n'est pas indispensable puisque dans le cas de voiture autonome de niveau 3 ou 4 le conducteur humain peut reprendre la conduite à l'approche du péage.

La situation où le véhicule autonome rend la main est la plus délicate. On estime à 10 secondes, voire à plus, le temps nécessaire⁵⁰ pour que l'être humain derrière le volant redevienne un conducteur avisé. Il faut prévoir les situations où il ne peut ou ne veut le faire. L'arrêt d'un véhicule sur une bande d'arrêt d'urgence est cependant une opération risquée. En section courante, pour les situations d'urgence il n'y a pas d'autres solutions que de laisser les véhicules autonomes s'arrêter sur les bandes d'arrêt d'urgence, sauf à construire des parkings à intervalle très rapproché, ce qui serait économiquement disproportionné. En revanche, à l'approche de la fin d'une section autoroutière ou à l'approche d'une barrière de péage « traditionnelle » (c'est-à-dire non *free flow*), une solution pourrait consister à créer un parking ou une aire d'arrêt adaptés. Le véhicule autonome proposerait de rendre la main à une distance suffisante-par exemple un kilomètre- avant la zone d'arrêt. En l'absence de réaction de l'automobiliste il se rendrait de lui-même sur celle-ci pour s'y arrêter. Une concertation doit s'engager entre la DGITM, les constructeurs automobiles, et les sociétés d'autoroutes, pour déterminer l'utilité d'aménager de telles aires (qui pourront la plupart du temps utiliser des aires existantes).

Un avantage des autoroutes françaises, qui intéresse au plus haut point les constructeurs de véhicules autonomes, est le bon état de leur signalisation horizontale. En effet, les capteurs se basent sur le repérage des lignes axiales de marquage pour guider les véhicules. Les sociétés d'autoroute sont contraintes par leur contrat de concession (article 13) de mettre en conformité la signalisation horizontale avec la réglementation et les instructions techniques. Par contre, il n'existe aucune contrainte sur la

⁵⁰ Cf. la thèse de William Payre déjà citée (paragraphe 2.2.2.2.)

durabilité et l'évolution dans le temps de cette signalisation, et il n'existe pas non plus d'indicateurs de performance opposables aux concessionnaires sur la signalisation horizontale. Il arrive donc souvent que celle-ci n'ait pas le niveau escompté (lors de chutes de neige ou lors de la création de signalisation temporaire de chantier par exemple)⁵¹.

Les constructeurs de véhicules automatisés ont pris en compte la difficulté des gestionnaires à garantir le niveau de service de la signalisation horizontale : ils intègrent des algorithmes de reconstitution de lignes et utilisent la redondance donnée par la géolocalisation par satellite.

Néanmoins comme les systèmes d'intelligence artificielle fonctionnent d'autant mieux qu'ils peuvent utiliser et croiser plusieurs sources d'information le maintien d'un bon état de la signalisation horizontale concourra à la sécurité des voitures autonomes.

Recommandation n°16 : Déterminer avec les sociétés d'autoroute les aménagements nécessaires pour accueillir les véhicules autonomes en toute sécurité en veillant en particulier à la problématique de l'approche des péages et des fins de section autoroutière (DGITM).

2.4.2.2 Les équipements routiers devront être peu à peu adaptés à la circulation des véhicules autonomes

Les recherches sur les véhicules autonomes prennent comme principe que ces véhicules doivent se déplacer sur l'ensemble des voies telles qu'elles sont et lire la signalétique comme des humains. Cela a pour objectif de ne pas retarder l'avènement de la voiture autonome en la faisant dépendre des investissements consentis dans la route et dans ses équipements. Néanmoins, il y a une convergence des auteurs pour souligner que le véhicule autonome ne pourrait que bénéficier d'une information fiable sur le réseau et sur les événements qui s'y déroulent.

Pour respecter le code de la route les véhicules autonomes doivent avoir la meilleure information à jour des règles de circulation sur les voiries qu'ils empruntent. Il est nécessaire que les gestionnaires routiers mettent à jour en temps réel sous leur responsabilité les informations indispensables dans une base de données qui soit d'accès public (*open data*). Les constructeurs ou fournisseurs de système d'autonomie seront tenus de mettre à jour leur GPS à partir de cette base (actuellement les bases de données sont privées et plus ou moins bien renseignées).

Cette base comprendrait au minimum :

- les limites de vitesse permanentes et temporaires (chantiers, régulation de trafic lors des départs en vacances, pollution atmosphérique) ;
- les restrictions de voirie partielles (zones de chantier, fermetures de cols) ;
- les restrictions catégorielles (transports de matières dangereuses, tonnages, gabarits, etc.).

⁵¹ Il existe des normes techniques de qualité du marquage avec des indicateurs de blancheur, d'adhérence, de visibilité de jour et de nuit et de rétro-réflexion ainsi que des normes de pose pour contrôler la qualité de la pose des produits. Des exigences techniques existent dans les cahiers des charges des sociétés d'autoroute. Certaines confient le marquage à des sous-traitants spécialisés avec des contrats à obligation de performance mais ceci n'est pas obligatoire.

Des réflexions et des expérimentations sont en cours au niveau des pouvoirs publics et gestionnaires de voirie pour prendre en compte les apports des systèmes C-ITS⁵². Plusieurs d'entre elles peuvent avoir un impact sur le véhicule autonome :

- le projet coopératif SCOOP@F piloté par la DGITM débute en 2016 par une expérimentation sur cinq sites⁵³ ;
- d'une façon générale, les gestionnaires de réseau doivent améliorer fortement leur connaissance des événements qui s'y produisent en temps réel. Le V2I ne réglera pas tout et pour employer une expression d'un des interlocuteurs de la mission, « le sanglier ne sera pas connecté ». D'autres moyens de surveillance devront être utilisés ;
- la route de cinquième génération (dite route 5G), après la quatrième génération qu'est l'autoroute : il s'agit d'un ensemble de projets de recherche et de développement. Parmi elles, la route solaire qui, à partir de différents dispositifs, récupérera de l'énergie solaire (par exemple par le système Wattway© de Colas). Une partie de cette énergie pourrait être restitué à des véhicules électriques (les véhicules autonomes seront en tout ou en partie électriques) ;
- à plus long terme, lorsque tous les véhicules seront autonomes (si cela doit arriver...), la façon de gérer la route sera sans doute radicalement différente. La signalisation verticale (panneaux de police et de direction) voire la signalisation horizontale ne serviront peut-être plus à rien. L'exploitant sera par contre tenu de renseigner les bases de données où les véhicules autonomes iront chercher en temps réel les informations utiles : aux éléments déjà mentionnés s'ajouteront peut-être des scans réguliers de l'état de chaussées, des intrusions sur les routes...

Recommandation n°17 : Créer une base de données publiques contenant au minimum des informations de limitations de vitesse de restrictions de voirie et restrictions catégorielles et rendre la mise à jour des données obligatoires ; les services de voiture autonome auront l'obligation de prendre en compte ces données. Cette base de données devra être évolutive pour accepter d'autres informations (MEEM, MININT).

2.4.2.3 La voirie publique sera partagée différemment

Les décisions concernant le partage de l'usage de la voirie sont des décisions politiques fortes qui favorisent ou défavorisent tel ou tel mode de transport. Dans les années cinquante, la montée en puissance de la voiture individuelle a été stimulée par des décisions lourdes de conséquences : fin des vieux tramways et enlèvement de leurs rails, création de voies rapides en ville (voies sur berge à Paris, tunnel de Fourvière à Lyon, etc.). Depuis, le mouvement s'est inversé : voies réservées au tramway, pistes cyclables, place de stationnements réservés aux vélos ou aux voitures en libre partage, interdiction des vieux véhicules diesel, fermeture des voies sur berges à Paris, en particulier.

Ces décisions sont en lien direct avec nos modes de vie et donnent lieu naturellement à des débats passionnés.

⁵² *Cooperative Intelligent Transport Systems*, comprenant V2V et V2I.

⁵³ Des balises placées de la chaussée dialoguent avec les véhicules sur une fréquence radio dédiée. Ces échanges (V2V et V2I) permettent donc de donner (comme actuellement sur la fréquence 107.7) des informations du gestionnaire vers les véhicules mais aussi remonter de l'information des véhicules vers le gestionnaire ou d'échanger entre véhicules : ainsi un véhicule du gestionnaire (patrouilleur, engin de déneigement) donnera en temps réel des informations sur l'état du trafic, la présence d'un véhicule arrêté, un obstacle. Les véhicules particuliers pourront aussi échanger entre eux.

Il en sera de même pour les véhicules autonomes. Dans un premier temps, les véhicules autonomes (navettes ou voitures individuelles) auront du mal à se fondre dans la circulation habituelle des grandes villes. Les marges de sécurité que prendront ces véhicules pourraient créer une diminution de la capacité de trafic, ce qui pourrait entraîner un certain rejet de la part des utilisateurs.

Un point d'attention doit être apporté aux expérimentations de *platooning* (paragraphe 2.3.1.)

D'autres exemples de partage de voirie concerneraient l'utilisation en ville de véhicules autonomes pour faire la desserte du dernier kilomètre, ou la réservation de places de stationnement à ces véhicules.

De son côté, l'IFSTTAR travaille sur le concept de routes hybrides, où les véhicules classiques, coopératifs et autonomes pourraient cohabiter. A plus long terme, lorsqu'elles auront progressé (et si comme la mission le souhaite elles parviennent à démontrer qu'elles améliorent la sécurité routière d'un facteur au moins 10), la conduite en mode manuel pourrait être considérée comme trop dangereuse et progressivement réduite règlementairement.

Il convient également d'apprécier l'impact économique de la voiture autonome sur les infrastructures :

L'émergence des véhicules autonomes aura un impact économique important pour les gestionnaires infrastructures. En raison du déploiement des nouveaux véhicules, de nouvelles dépenses vont apparaître, pour créer des aménagements adaptés, mettre à niveau l'information sur les infrastructures, adapter les équipements de sécurité, notamment. De l'autre côté, des économies ou des optimisations peuvent survenir aussi : diminution des largeurs des places de parkings et donc augmentation de leur nombre grâce aux valets de parkings, signalisation numérique remplaçant la signalisation traditionnelle.

Le modèle économique des gestionnaires d'infrastructures qui tirent leur revenu du trafic (sociétés d'autoroutes, gestionnaires de parkings) sera transformé et plus incertain : les voitures autonomes rouleront-elles plus ou moins ? Si, à terme, il n'y a plus que des flottes de véhicules autonomes propriétés de grands groupes, ces derniers ne chercheront-ils pas à influencer la politique de gestion et de rémunération des infrastructures ?

Pour l'instant nous nous trouvons devant plus de questions que de réponses. Il n'y a qu'une certitude : la route et le véhicule continueront d'évoluer en symbiose. Dès lors, les pouvoirs publics en charge des infrastructures doivent agir de telle sorte que cette évolution conjointe ne soit pas subie et se fasse dans l'intérêt général.

2.4.2.4 [Les réseaux de communication et la question des données](#)

Du point de vue des données traitées, peu de choses distinguent un véhicule communicant et un véhicule autonome. Les seules différences concernent la présence, sur les véhicules autonomes, d'un GPS et d'un EDR, équipements qui ne sont pas nécessairement présents dans un véhicule communicant. Mais cette distinction est toute théorique, car tous les véhicules communicants disposent en pratique d'un GPS, et les EDR peuvent, dans le futur, être rendus obligatoires sur des véhicules de tous types. Les analyses qui suivent s'appliquent donc indifféremment aux véhicules autonomes ou connectés, sans automatismes.

[Les réseaux](#)

Le véhicule autonome sera communicant, les communications étant nécessaires pour lui assurer une perception d'ensemble des situations routières, complémentaire de la vision à courte portée des

capteurs. Ce complément d'information apporté par la communication permet une meilleure anticipation et compréhension de l'environnement local.

Plusieurs types de réseaux seront utilisés par les véhicules à cette fin. Le plus à même d'être utilisé est aujourd'hui une variété de Wi-Fi, nommé G5, déjà normalisée et opérationnelle. Cette option repose sur l'équipement des infrastructures en bornes Wi-Fi G5. Elle présente l'inconvénient d'être coûteuse en équipement des infrastructures, mais a l'avantage d'être disponible et de ne pas imposer de coûts de communication pour les communications véhicule-véhicule.

Une autre possibilité, en cours de normalisation à l'ETSI⁵⁴, est le 4G LTE V2X⁵⁵, LTE signifiant *Long Term Evolution*, ce qui correspond à la 4^e génération de réseaux mobiles. À plus long terme, d'autres réseaux, principalement des variantes des réseaux mobiles de 5^e génération, pourront être utilisés.

Ces différentes possibilités se différencient par leur résilience, leur sécurité, leur économie d'emploi. Clairement, les opérateurs mobiles cherchent à capter, via leurs réseaux, les communications futures des véhicules et infrastructures. Il y a donc actuellement une lutte d'influence entre ces technologies.

A priori, la technologie WiFi G5 devrait être plutôt employée dans les villes denses et aux abords de celles-ci, et les réseaux mobiles prédominer dans les zones peu peuplées, mais tout dépendra du modèle de développement économique de ces deux technologies. Le créneau d'emploi optimum de ces technologies n'est donc pas tranché aujourd'hui.

La mission n'a pas identifié, en l'état des connaissances sur ces possibilités, d'enjeux majeurs de politique publique liés à l'utilisation de l'un ou l'autre de ces réseaux. L'État devra se positionner vis-à-vis des équipements en G5 des villes et des grandes infrastructures.

Les données

La Commission européenne a arrêté une stratégie pour les Services de Transport Intelligents Coopératifs (STI-C) dans sa communication du 30 novembre 2016. Cette stratégie vise prioritairement la sécurité des transports et prévoit une action favorisant le traitement de certains services par les véhicules, services impliquant des échanges de données. Dans sa communication, la Commission publie une liste initiale de 13 services, dite liste initiale, à déployer en 2019. Cette liste comprend des notifications de situations dangereuses, telles que véhicules à l'arrêt, travaux, freinage d'urgence d'un véhicule précédent, et des applications de signalisations, comme la signalisation et les vitesses limites à bord, demande de priorité au carrefour, etc.

Toutefois, la normalisation de ces services est aujourd'hui incomplète. Seul l'aspect transmission est normalisé par l'ETSI. Les promoteurs français de SCOOP devront donc défendre au niveau européen les profils de données arrêtés en France pour SCOOP.

La Commission européenne annonce en termes voilés son intention de rendre obligatoire un jeu minimal de services STI-C sur les véhicules, en avançant qu'elle dispose de l'instrument législatif ad-hoc grâce à la directive 2010/40 relative au STI. C'est en effet grâce à cette directive que *eCall* avait été rendu obligatoire sur les véhicules.

Ainsi, il fait peu de doutes que les véhicules automatisés disposeront de ces données. Pour ces services, destinés à être normalisés, il est prévu que les données seront anonymisées. Pour la sécurité des échanges, la Commission européenne s'attachera à favoriser la mise en place d'une infrastructure

⁵⁴ European Telecommunications Standards Institute.

⁵⁵ L'approbation du standard est prévue dans la « Release 14 du 3GPP » en mars 2017.

paneuropéenne de clés publiques, permettant de crypter les données échangées depuis et vers les véhicules. C'est un projet ambitieux.

À ces données, qui seront imposées par la réglementation, s'ajouteront les données échangées avec les prestataires, pour les services privés auxquels auront volontairement souscrit les conducteurs. Un exemple est fourni par l'application de maintenance préventive et corrective : la personne concernée contracte avec un prestataire afin de recevoir des messages et des alertes liées au fonctionnement du véhicule. L'envoi volontaire de données pour la participation à des études d'accidentologie ou de circulation est un autre exemple.

[La protection des données à caractère personnel](#)

Ainsi, il fait peu de doutes que les véhicules automatisés disposeront des services qui viennent d'être évoqués, et, par-là, de ces données. Il est important de noter que les données seront rendues anonymes. Pour la sécurité des échanges, la Commission européenne s'attachera à favoriser la mise en place d'une infrastructure paneuropéenne de clés publiques, permettant de crypter les données échangées depuis et vers les véhicules. C'est un projet ambitieux.

Les véhicules automatisés d'aujourd'hui sont producteurs de données en grand nombre. Ces données, majoritairement techniques, nécessaires à la bonne marche du véhicule, peuvent aussi revêtir un caractère personnel, c'est-à-dire permettre l'identification des individus. Ainsi, la connaissance du VIN, *Vehicle Identification Number*, numéro de série du véhicule, normalisé internationalement, permet-il de remonter au propriétaire du véhicule.

C'est ce qui a conduit la CNIL à élaborer un « pack de conformité », qui a vocation à s'appliquer aux véhicules communicants d'aujourd'hui, et aux véhicules autonomes de demain. Ce document, discuté avec les prestataires de services et les constructeurs, expose les recommandations et bonnes pratiques concernant le traitement des données du véhicule.

La CNIL distingue trois cas, selon que les données restent sous le contrôle de l'utilisateur, ou qu'elles sont transmises à un prestataire extérieur, et enfin, si un retour d'information du prestataire implique une action du véhicule. La CNIL replace ces cas dans le cadre réglementaire français (loi Informatique et Libertés de 1978) et les dispositions du récent règlement européen 2016/679 du 27 avril 2016⁵⁶. Tous les aspects liés aux finalités des traitements, à leurs bases légales, aux données collectées, à la durée de conservation, aux destinataires des traitements, à l'information et au droit des personnes, aux obligations de sécurité, et aux déclarations nécessaires, sont traités pour ces cas de figure.

Il ne fait pas de doute que ces préconisations seront utiles pour les futurs modèles de véhicules, mais la question se pose de leur transposition aux véhicules existants. L'inclusion massive de dispositifs électroniques dans les véhicules est dorénavant un phénomène ancien, dont le démarrage peut être situé vers le début des années 2000. Or, le pack de conformité sur le sujet est publié en 2016. La question est donc posée de savoir si les modèles existants respectent les dispositions préconisées par le pack. La CNIL disposant dorénavant de pouvoirs d'enquête, il serait utile qu'elle procède à des investigations sur un certain nombre de modèles, pour en tirer des conclusions. Notamment, l'accès du propriétaire aux données d'usage du véhicule mériterait de la part de la CNIL une étude approfondie, et, le cas échéant, des propositions au niveau européen sur ce sujet, qui concerne également la profession des réparateurs automobiles.

⁵⁶ Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, et abrogeant la directive 95/46/CE (règlement général sur la protection des données).

L'approche a consisté, pour l'élaboration de ce pack, à considérer le véhicule comme un objet communicant ordinaire. Ce choix présente l'avantage de tendre à une certaine généralité dans le traitement des problèmes du futur IoT(*Internet of Things*). Cependant, il faut s'interroger sur la solidité à terme d'une telle approche. En effet, un véhicule est un objet bien particulier. C'est aussi un domaine privé - la police ne peut y pénétrer sans mandat. Il comporte des fonctions liées à la sécurité des individus, à la cybersécurité, et il est mobile, au-delà des frontières d'un seul pays.

À cet égard, le système *eCall* a ouvert une voie porteuse de réflexion. En effet, dans le cas *eCall*, les autorités réglementaires en Europe, plutôt que de se référer uniquement aux textes généraux européens⁵⁷ concernant la protection des données personnelles, ont fait le choix de dispositions spécifiques complémentaires contenues dans le texte *eCall*. Le règlement 2015/758 « *eCall* » contient ainsi toutes les dispositions de protection des données personnelles pour un véhicule équipé d'*eCall*, c'est-à-dire d'un dispositif communicant. Ainsi, notamment, la conservation des données y est-elle fixée à 13 heures.

Aussi, eu égard à la particularité de l'objet véhicule, il paraît légitime de s'interroger sur la nécessité, à terme, d'un texte européen spécifique pour la protection des données personnelles liées aux véhicules, quel que soit leur niveau d'automatisation.

C'est sans doute la direction que semble prendre la Commission européenne, dans la communication du 30 novembre 2016 : « En 2018, la commission publiera les premières orientations concernant la protection des données dès la conception et par défaut dans le contexte spécifique des STI-C ».

L'EDR

L'EDR (*Event data Recorder*) est une nécessité, au minimum pour déterminer la cause des accidents, la responsabilité étant partagée entre les logiciels de la voiture et le conducteur. L'EDR enregistre les données dans les secondes précédant l'accident. Selon les études disponibles, le bénéfice immédiat des EDR est la diminution de 20 % des accidents⁵⁸. Ainsi, non seulement l'EDR est nécessaire pour des recherches de responsabilité, mais il comporte de plus l'avantage, en cas de reprise manuelle, d'inspirer une conduite plus prudente aux conducteurs⁵⁹.

Plus que tout autre, un véhicule autonome nécessitera un EDR, afin de déterminer qui, du logiciel ou du conducteur, est responsable. Le rapport du 12 décembre 2016 de la Commission Européenne au Conseil et au Parlement Européen mentionne dans ses recommandations l'EDR en termes d'équipement de sécurité à venir dans la prochaine législation sécurité des véhicules. Le rapport envisage l'obligation de support de l'EDR à partir de 2020 pour les nouveaux types de véhicules, et de 2022 pour tous les véhicules neufs, quels que soit leur degré d'automatisation. La proposition législative traduisant ce rapport est attendue dans le courant de l'année 2017.

Tous ces motifs conduisent à recommander l'adoption la plus rapide des EDR sur les véhicules de tous types. Cette question concerne tous les véhicules : elle n'est pas propre aux véhicules à délégation de conduite.

Les questions relatives aux EDR (temps de conservation des données, conditions d'accès, etc.) sont actuellement examinées au niveau européen. Comme elles ne concernent pas particulièrement les véhicules à délégation de conduite mais tous les véhicules, la mission CGEDD-IGA ne les a pas approfondies.

⁵⁷ Principalement la directive 95/46 et la directive 2002/58.

⁵⁸ Wouters, P.I.J. & Bos, J.M.J. (2000) Traffic accident reduction by monitoring driver behaviour with in-car data recorders. In : Accident Analysis and Prevention, vol.32, nr.5, p.643-650.

⁵⁹ Des études faites aux États-Unis montrent que les conducteurs de véhicules équipés d'EDR adoptent une conduite plus prudente.

Il est cependant indispensable de porter une attention particulière à l'émergence du standard européen des données et à l'implantation rapide des EDR dans les nouveaux véhicules.

L'ADDR (Automotive Digital Data Recorder)

Il s'agit d'un enregistrement, par une boîte noire sous la responsabilité du constructeur d'automobile, des paramètres techniques de fonctionnement du véhicule, aux fins de garantie ou de mise au point, de détection des anomalies, de prévention des pannes, de correction à distance, etc. Ces équipements sont bien sûr soumis à déclaration auprès de la CNIL.

2.5 Les règles en vigueur en France en matière de responsabilité individuelle et d'assurance sont en question

2.5.1 La responsabilité en cas d'accident est appelée à évoluer

La responsabilité civile

La responsabilité du conducteur est aujourd'hui la règle, sauf à faire jouer celle du constructeur en cas de défaut du matériel, ou celle du propriétaire, si celui-ci est distinct du conducteur, en cas de défaut d'entretien. A partir du moment où une intelligence artificielle prendra le contrôle du véhicule, la question de la désignation du responsable sera plus complexe.

Il faudra dans un premier temps déterminer avec certitude si l'accident est survenu alors que le mode automatique était actif. Ce point est âprement débattu par les firmes automobiles à propos des quelques cas d'accidents dans lesquels étaient impliquées des voitures disposant de fonctions automatiques. Comme cela a été indiqué plus haut, seul un enregistrement de l'activité du système permettra de trancher clairement chaque cas.

Ensuite, le partage des responsabilités devra faire place à de nouveaux acteurs : outre le conducteur, le propriétaire (ou le gestionnaire du parc), l'équipementier, voire le réparateur défaillant, il est manifeste que pourront être impliqués les concepteurs des logiciels de l'intelligence artificielle implantée à bord, ainsi que les gestionnaires des flux de données passant par les connections du véhicule avec son environnement. Si l'on fait abstraction de la partie mécanique du véhicule, qui sera le *vrai* « réalisateur » de celui-ci ? Un transfert de responsabilité vers les constructeurs ou équipementiers (ce terme incluant désormais les fournisseurs de logiciels) est une probabilité forte.

Des pays étrangers, comme par exemple l'Allemagne, envisagent d'ailleurs de sceller dans la loi cette évolution, en déchargeant le « conducteur » de sa responsabilité en cas d'usage du pilote automatique. Il ne paraît toutefois pas nécessaire de procéder à un mouvement semblable en France : en effet, il existe dans le droit positif, depuis la loi Badinter de 1985⁶⁰ le principe selon lequel tout propriétaire de véhicule doit être assuré (obligation d'ailleurs européenne), et que, dès lors qu'un véhicule à moteur est impliqué dans un accident, les victimes sont indemnisées sans qu'on soit tenu de rechercher la faute du conducteur.

Si ce dispositif devait évoluer (ce qui n'est pas apparu à la mission), les principes seraient clairement posés par la responsabilité « du fait des choses », figurant dans les articles 1384 et suivants du code civil, et les interprétations jurisprudentielles (voir notamment arrêt de la Cour de cassation, Chambres réunies, *Franck*, 2 décembre 1941). Le « gardien » de la chose étant celui qui en a le « contrôle », cette notion s'étend vraisemblablement au conducteur qui a fait le choix d'actionner l'automatisme de son

⁶⁰ 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.

véhicule, et à la possibilité de reprendre la main. Le ministère de la justice, consulté par la mission, estime que le mécanisme posé par la loi Badinter s'adapte sans difficultés au cas des véhicules autonomes. Cet avis est partagé par la Fédération Française de l'Assurance (FFA).

La responsabilité pénale

Le code de la route comprend de nombreuses dispositions faisant peser sur le conducteur une responsabilité liée à son comportement. Qu'en sera-t-il demain en cas de conduite en mode autonome, dès lors que le conducteur n'aura pas eu la main sur le système ? La mission recommande de mettre ce sujet à l'étude, notamment dans le cadre du groupe de travail récemment institué entre le MEEM, le ministère de l'intérieur et le ministère de la justice. L'étude pourra s'enrichir à ce sujet des réflexions de l'Allemagne, dans le cadre de la coopération franco-allemande entreprise par les deux ministres chargés des transports.

Recommandation n°18 : Mettre à l'étude la responsabilité pénale des futurs utilisateurs de véhicule autonome (ministère de la justice).

Le débat sur « l'éthique » du véhicule autonome

Les pouvoirs publics devront se déterminer face à la délicate question qui est résumée dans la formule de « l'éthique du véhicule ». Ce sujet, inspiré du fameux « dilemme du tramway », enflamme les chercheurs et provoque des prises de position parfois baroques (le débat est résumé dans l'annexe 12).

Il s'agit de déterminer comment va réagir le système dans une situation où un accident est inévitable, et où ne se présentent que des « mauvais » choix, impliquant dans tous les cas au moins une victime, qui peut être l'un des occupants du véhicule, l'un des occupants d'un autre véhicule, ou des passants (personnes vulnérables). Les solutions les plus variées sont agitées par les acteurs du débat, y compris la solution-extrême - laissant à l'utilisateur du véhicule le soin de paramétrer les règles que devra suivre l'intelligence artificielle.

Quelle que soit la formule qui sera retenue, les pouvoirs publics (ou le régulateur des transports, selon les États) ne peuvent pas rester passifs devant un tel problème. Les États-Unis se sont engagés dans un système déclaratif permettant à l'autorité de contrôle d'apprécier les choix proposés par les constructeurs. Les « *guidelines* » publiées par le ministère fédéral des transports le 19 septembre 2016 posent le principe de la transparence des choix proposés par les constructeurs.

La France ne peut pas s'en remettre uniquement à la libre initiative des constructeurs pour régler une question aussi sensible et lourde de conséquences juridiques et morales. Par ailleurs, le code de la route protège tous les utilisateurs de la voirie : l'article L311-1 dispose en effet que « *les véhicules doivent être construits, commercialisés, exploités, utilisés, entretenus et, le cas échéant, réparés de façon à assurer la sécurité de tous les usagers de la route* ».

La mission recommande que les ministres chargés de la sécurité routière et des transports, en liaison avec le ministre de la justice, définissent les principes auxquels les véhicules devront se soumettre. Ce travail doit être conduit en concertation avec tous les acteurs concernés (constructeurs, assureurs, associations d'automobilistes, représentants des victimes de la route, notamment). Au-delà, des règles devraient être posées au niveau international, au moins dans l'espace européen. La France doit contribuer à leur édification.

Recommandation n°19 : Établir au niveau national, et si possible européen, les principes que devront respecter les véhicules autonomes en cas d'accident inévitable (MININT, MEEM, en liaison avec le ministère de la justice).

2.5.2 Les secteurs de l'assurance et de l'assistance vont devoir se préparer à des mouvements économiques de grande ampleur

Même si les principes posés par la loi Badinter de 1985 ne sont probablement pas susceptibles d'être affectés par l'arrivée des véhicules à délégation de conduite, le marché de l'assurance va se transformer. Certains commentateurs prévoient une baisse tendancielle du nombre des accidents (en partie équilibrée du point de vue financier par la hausse des coûts unitaires, les nouveaux matériels étant plus chers), ce qui va entraîner en principe une baisse des primes, ainsi qu'une réduction des volumes liés aux accidents de la route. Il est difficile de prévoir si ce phénomène ne sera pas en partie annulé par une augmentation de la délinquance, les vols de voitures commis avec des outils électroniques étant en hausse (voir l'étude publiée en octobre 2016 par l'association *40 millions d'automobilistes* et BCA Expertise).

Il s'agit d'un mouvement mondial, plusieurs experts pronostiquant un bouleversement de l'équilibre économique sur lequel repose actuellement le marché de l'assurance automobile (cf. l'annexe 12). Ce mouvement a d'autant plus de chances de se produire que le déplacement de responsabilité vers les constructeurs et les fournisseurs de logiciels et de capteurs est ample (§ II.4.1). De plus, il est possible que le marché de l'assurance soit en partie « asséché » par les politiques commerciales de certaines firmes qui offriront à leurs clients des garanties très étendues portant sur leurs matériels. Le contrat d'assurance obligatoire risque dans ce cas de se limiter à la seule responsabilité civile envers les victimes, les frais de réparation du véhicule pouvant être pris en charge par le vendeur de celui-ci.

Si ces tendances se vérifient, les assureurs devront trouver des parades pour développer de nouveaux services. Une possibilité leur sera offerte par les données du véhicule, s'ils y ont accès, car elles permettront une personnalisation des polices en fonction du style de conduite des utilisateurs, sous réserve de la vérification de la conformité de telles pratiques au droit, en particulier au principe d'égalité et à la protection de la vie personnelle.

De même, le secteur de l'assistance se prépare à affronter des évolutions prévisibles. La réduction du nombre des sinistres va probablement faire baisser la demande. Elle sera peut-être balancée par la hausse possible des besoins de conseils à distance pour des consommateurs peu préparés à l'usage de nouveaux équipements. La profession espère tirer avantage de son implication dans la mise en place de l'*eCall* européen à partir de 2018, ses plateformes de téléphonie pouvant être un moyen de gestion des futures connections des nouveaux véhicules livrés après cette date.

2.6 Les véhicules autonomes pourraient changer en profondeur l'économie et l'écologie des transports

2.6.1 L'acceptation sociale dépendra principalement des avantages nouveaux donnés aux conducteurs, passagers et entreprises

L'intérêt des automatismes pour les conducteurs a été étudié dans de nombreux pays. En France, selon le CEREMA⁶¹, les conducteurs français sont intéressés par les aides à la conduite si leurs avantages - autres que la sécurité, considérée comme chose importante mais encore souvent comme l'affaire des autres - sont suffisamment importants. Ainsi le régulateur de vitesse est-il apprécié en raison de la sérénité qu'il emporte : plus besoin de contrôler l'indicateur de vitesse. Les Français, davantage qu'ailleurs, aiment avoir la main sur les leviers de leur voiture ; c'est ce qui explique le nombre assez peu important des voitures avec boîte de vitesses automatique. Ainsi peut-on craindre que les Français boudent les voitures de niveau 3 ou 4, si obligation leur était faite de rester vigilant à tout instant, les yeux sur la route, sans possibilité de faire autre chose. Évidemment, le niveau 5 plaira bien davantage, car il autorise le conducteur

⁶¹ Entretien, notamment de la Mission CGEDD-IGA, avec Stéphanie Bordel (Cerema).

à accomplir d'autres tâches sans s'inquiéter d'avoir à répondre à une demande du système pour reprendre la main.

Lorsque de nouvelles aides à la conduite sont introduites dans les voitures, les constructeurs et équipementiers doivent prendre garde à ce qu'elles n'augmentent pas, réellement ou même apparemment, la responsabilité des conducteurs. Faute de quoi, elles ne seraient pas utilisées par leurs clients.

La protection des données personnelles (surtout des données de géolocalisation) est l'objet de la même conclusion pour beaucoup de Français. Si les Français ne se préoccupent guère des données de géolocalisation de leur smartphone, c'est parce qu'en contrepartie de l'abandon de la protection, il y a de grands bénéfices : trouver aisément son chemin en ville, etc. Il faudra donc que les voitures autonomes ou semi-autonomes, surtout lorsqu'elles seront utilisées à titre professionnel, leur profitent aussi par ailleurs.

Pour les personnes plus fragiles (personnes âgées, personnes handicapées, etc.), le véhicule autonome sera probablement apprécié, à condition toutefois que la fracture numérique ne soit pas un frein.

2.6.2 Des études et des recherches sont nécessaires pour affiner les conséquences des véhicules autonomes sur le modèle économique et social des transports

De nombreux rapports d'étude⁶² ont été publiés sur les nouvelles mobilités qui seraient engendrées par les véhicules autonomes.

Une étude souvent citée est celle de 2013 de la Columbia University, en particulier le premier des trois cas alors examinés sur Ann Arbor dans le Michigan. Cette ville de 285 000 habitants détient au total 200 000 véhicules. Les auteurs ont calculé la taille de la flotte partagée qui serait nécessaire pour satisfaire les besoins de la population sans lui imposer de trop longs temps d'attente. Avec 18 000 véhicules, la flotte de véhicules autonomes et partagés permettrait un temps moyen d'attente qui serait inférieur à une minute, un taux d'utilisation des véhicules de 70 % durant les heures de la journée (entre 7h du matin et 7 h du soir) et un coût de 0,15-0,41 dollar (au lieu de 0,59-0,75 dollar) par déplacement-mille.

Se plaçant à une époque où les technologies seraient robustes et déployées, la presque totalité des auteurs prévoient un bouleversement des transports individuels ou publics, à des échéances qui dépendent des analyses sur le déploiement des nouvelles technologies (notamment au regard de l'intelligence artificielle). La plupart des rapports tirent les conséquences économiques, sociales et environnementales, le plus souvent très favorables, d'une bien meilleure utilisation du capital constitué par les véhicules (voitures ou navettes le plus souvent) s'ils sont partagés et s'ils se meuvent sans conducteur humain. En particulier, les voitures seraient bien moins nombreuses au cœur des agglomérations. C'est ce qui explique l'intérêt porté par de nombreuses villes dans le monde envers l'expérimentation des navettes autonomes⁶³. Par ailleurs, d'autres villes portent intérêt aux taxis autonomes (ou taxis-robots) : Pittsburgh, Singapour, Tokyo, etc.

Il paraît important que le ministère chargé des transports puisse entreprendre, au premier semestre de 2017, une analyse approfondie, après avoir fait la synthèse des résultats des nombreuses études déjà faites dans le monde, relative aux possibilités et aux conséquences de l'introduction vers 2020 ou 2025 de flottes de voitures et de navettes autonomes dans le cœur des grandes villes françaises, en particulier à Paris et Lyon. Au-delà, il serait opportun de réfléchir à la mise en place d'un véritable observatoire des conséquences que les véhicules autonomes pourraient entraîner sur la société française.

⁶² Ils sont décrits dans l'annexe 12.

⁶³ Christchurch et Wellington en Nouvelle-Zélande, comté de Contra Costa en Californie, province de Gelderland aux Pays-Bas, Helsinki, Lyon, Paris, Perth en Australie, Rouen, Sion en Suisse, Washington, Wuhan en Chine, etc.

Recommandation n°20 : Conduire une étude approfondie sur les possibilités et les conséquences de l'introduction de navettes autonomes dans les grandes villes françaises (MEEM, MINEFI).

De même, il n'existe pas pour le moment, en France, de simulation de l'impact des futurs véhicules sur la filière des métiers liés à l'automobile (réparation, stationnement), ni sur les métiers du transport de marchandise, tant en ce qui concerne l'emploi que l'équilibre financier ou la rentabilité.

Recommandation n°21 : Lancer une étude sur les conséquences des véhicules autonomes en termes économiques et sociaux dans les professions concernées (MEEM, MINEFI).

CONCLUSION

La France a engagé les processus qui conduiront au déploiement des véhicules autonomes. En dépit d'imperfections persistantes, le travail administratif gagne en efficacité, les acteurs de la recherche se mobilisent, le projet de la Nouvelle France Industrielle a fait émerger un partenariat de qualité entre les industriels et les pouvoirs publics.

Mais il importe d'accélérer ce mouvement, et de lever les freins qui l'entravent ou le limitent. Le cadre réglementaire doit être rapidement aménagé, la recherche intensifiée et élargie, la coordination administrative fortifiée.

Face à la compétition mondiale où d'autres pays sont plus avancés, la France doit se mobiliser encore plus, doit améliorer ses positions dans les organes internationaux (à Bruxelles et à Genève), doit nouer des coopérations renforcées en Europe et ailleurs.

Grande nation industrielle, la France dispose d'atouts certains. Elle doit mieux les valoriser si elle veut rejoindre durablement le peloton de tête des pays qui nourrissent des ambitions légitimes dans le domaine du transport automobile.

Jean-François ROCCHI
Inspecteur général
de l'administration



Hervé de TRÉGLODÉ
Ingénieur général des mines



Bernard FLURY-HÉRARD
Ingénieur général des ponts,
des eaux et des forêts



Philippe BODINO
Chargé de mission à l'inspection
générale de l'administration

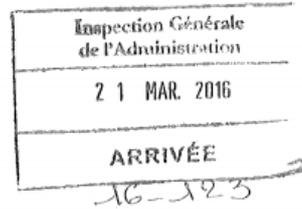


Frédéric RICARD
Ingénieur en chef des ponts,
des eaux et des forêts



ANNEXES

Annexe n° 1 : Lettre de mission



Paris, le 17 MAR. 2016
Réf. : N° 190/CAB/CR/ST

**Le ministre de l'Intérieur
et
Le secrétaire d'Etat chargé des transports, de la mer et de la pêche**

à

**Monsieur le chef du service de l'Inspection générale de l'administration
Madame la vice-présidente du Conseil général de l'environnement
et du développement durable**

OBJET : Etude relative à l'automatisation des véhicules.

Les véhicules à fonctions d'automatisation de plus en plus poussées commencent à apparaître sur le marché. Ce mouvement est préfigurateur d'une évolution qui aboutira, dans cinq ans ou plus, au véhicule à autonomie de conduite.

D'ici là cependant, une première phase verra un parc roulant équipé, à des degrés variés, de fonctions de conduite automatisée, d'ici 2020. Ces fonctions posent des sujets nouveaux : l'infrastructure routière, le droit de la route, la réglementation et l'équipement des véhicules, la formation des conducteurs, autant de domaines qui seront progressivement impactés par cette évolution de fond.

Le Gouvernement se doit d'anticiper ces évolutions, et de préparer les cadres réglementaires concernés par ces évolutions, durant cette première phase de l'automatisation de la conduite.

Nous vous demandons de conduire une étude visant à étudier les impacts de ces changements, et à faire des propositions concernant les évolutions réglementaires qui seraient nécessaires pour les accompagner et les faciliter, pour ce qui concerne les transports, la mobilité et sa sécurité.

L'étude devra identifier les éléments de la réglementation et de l'équipement des véhicules qui demandent évolution, l'apport concernant la sécurité routière, les conséquences sur l'infrastructure routière et son équipement, les évolutions du droit relatif à la fonction de conduire, et les éventuelles conséquences socio-économiques à court terme dans les métiers du transport.

Au-delà, elle devra établir des recommandations au Gouvernement sur les mesures législatives, réglementaires, normatives ou incitatives qu'il doit prendre ou faire prendre, ou qu'il doit défendre auprès de l'Union européenne, pour accompagner l'introduction des véhicules automatisés ou semi-autonomes en France.

Elle analysera plus précisément les risques technologiques, liés aux intrusions potentielles dans les systèmes d'information équipant les véhicules, les questions de responsabilité en cas d'accident (cf « l'éthique du véhicule »), la réduction des émissions de dioxyde de carbone, les impacts sur les actuels réseaux de transport collectif, l'ingénierie routière et la maintenance du réseau routier, la protection des libertés individuelles, la formation des conducteurs. Ces questions portent sur les voitures particulières comme sur les poids-lourds, autobus et autocars. Les constructeurs automobiles seront donc sollicités pour fournir leurs expériences et leurs points de vue.

Votre étude sera conduite en consultant la Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM), la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), la Délégation à la sécurité et à la circulation routières (DSCR), la Direction générale de la Gendarmerie Nationale, la Direction Générale de la Police Nationale, la Préfecture de Police, l'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) dont les points de vue seront pris en compte dans vos recommandations. Il pourra également être intéressant de rapporter les réflexions de l'Allemagne sur ces sujets, ainsi que celles de l'Union Européenne.

Il nous serait agréable de recevoir votre rapport avant la fin octobre 2016.

Pour le ministre de l'Intérieur,

Le directeur du cabinet

Michel Lalonde

Pour le secrétaire d'Etat chargé des transports, de la mer et de la pêche

Le directeur du cabinet

Claude Morel

Annexe n° 2 : Liste des personnes rencontrées

PREMIER MINISTRE

AGENCE NATIONALE DE LA SECURITE DES SYSTEMES D'INFORMATION (ANSSI)

- M. Laurent CELERIER, adjoint au sous-directeur relations extérieures
- M. Sadio BÂ, coordinateur sectoriel

MINISTERE DE L'INTERIEUR

- Colonel Eric FREYSSINET, Conseiller auprès du préfet chargé de la lutte contre la cybercriminalité
- Mme Adeline CHAMPAGNAT, conseillère auprès du préfet chargé de la lutte contre la cybercriminalité

UNITE DE COORDINATION DE LUTTE CONTRE L'INSECURITE ROUTIERE (UCLIR)

- Colonel Didier REMOND, chef de l'UCLIR
- Chef d'escadron Mathieu GROT, adjoint

DELEGATION A LA SECURITE ET LA CIRCULATION ROUTIERES (DSCR)

- M. Emmanuel BARBE, délégué à la sécurité et la circulation routières
- M. Alexandre ROCHATTE, adjoint au délégué
- M. Joël VALMAIN, conseiller technique Europe-international
- Mme Séverine CARPENTIER, adjointe au chef du bureau de la signalisation et de la circulation
- Mme Marie BOURSIER, correspondante véhicules autonomes

DIRECTION GENERALE DE LA POLICE NATIONALE (DGPN)

- Mme Catherine CHAMBON, sous-directeur de la lutte contre la cybercriminalité, direction centrale de la police judiciaire
- Commandant Gabriel SCHMITT, direction centrale des Compagnies républicaines de sécurité
- Commandant Thierry BURISSET, direction central de la sécurité publique
- Mme Anne-Isabelle d'ARGENSON, direction centrale de la sécurité publique

DIRECTION GENERALE DE LA GENDARMERIE NATIONALE (DGGN)

- Colonel GADJENDRA SARMA, conseiller scientifique du directeur général
- Colonel Franck MARESCAL, Chef de l'Observatoire central des systèmes de transport intelligent (OCSTI, Pôle judiciaire de la gendarmerie nationale)
- Colonel Jean-Marie DETRE, Pôle judiciaire
- Lieutenant-colonel Cyril PIAT, adjoint au chef du centre de lutte contre les criminalités numériques
- Chef d'escadron Philippe SIBILLE, bureau de la sécurité routière
- Chef d'escadron Dario ZUGNO, adjoint au chef de l'OCSTI
- Chef d'escadron Frédéric RUBENS, chef du département informatique et électronique au Pôle judiciaire
- Chef d'escadron Laurent RUFF, coordonnateur du plateau d'investigations véhicules (Pôle judiciaire)
- Chef d'escadron Karine BEGUIN, chef du département des atteintes aux systèmes de traitement automatisé C3N (Pôle judiciaire)
- Capitaine Pierrick BURET, département C3N
- Capitaine Olivier REYNAUD, adjoint du chef du département véhicules (Pôle judiciaire)

DIRECTION GENERALE DE LA SECURITE CIVILE ET DE LA GESTION DES CRISES (DGSCC) :

- Lieutenant-colonel Bruno CESCA, chef du bureau de la formation, des techniques et des équipements

PREFECTURE DE POLICE DE PARIS :

- Mme Françoise HARDY, sous-directrice régionale de la circulation et de la sécurité routière
- M. David RIBEIRO, adjoint au sous-directeur des déplacements et de l'espace public
- Commandant Bruno JOUVENCE, pôle sécurité routière 75
- M. Julien ROBINET, gestionnaire du parc automobile
- Mme Delphine GILBERT, chef du bureau des taxis et transports parisiens

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ENERGIE ET DE LA MER

CONSEIL GENERAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE (CGEDD) :

- Mme Elisabeth DUPONT-KERLAN, présidente de la section « transition énergétique, construction et innovations »
- M. Pierre LAHOUCHE, président de la section « mobilités et transports »

DIRECTION GENERALE DES INFRASTRUCTURES, DES TRANSPORTS ET DE LA MER (DGITM) :

DIRECTION DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

- M. Eric OLLINGER, adjoint au sous-directeur de la gestion du réseau routier non concédé et du trafic

SERVICE DE L'ADMINISTRATION GENERALE ET DE LA STRATEGIE :

- M. Louis FERNIQUE, chef de la mission des transports intelligents
- M. Hervé PHILIPPE, chargé de mission, mission des transports intelligents

DIRECTION GENERALE DE L'ENERGIE ET DU CLIMAT (DGEC)

SERVICE CLIMAT ET EFFICACITE ENERGETIQUE

- M. Daniel KOPACZEWSKI, sous-directeur de la sécurité et des émissions des véhicules
- M. Pierre BAZZUCCHI, chargé de mission réglementation et homologation des véhicules à moteur

BUREAU D'ENQUETES SUR LES ACCIDENTS DE TRANSPORTS TERRESTRES (BEA-TT)

- M. Jean PANHALEUX, directeur du BEA-TT

MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES

DIRECTION GENERALE DES ENTREPRISES (DGE)

- M. Alban GALLAND, chef de bureau, sous-direction des matériels de transport, de la mécanique et de l'énergie
- M. Thibaut FERREIRA, chargé de mission

DIRECTION GENERALE DU TRESOR

- M. Laurent GUERIN, chef du bureau « marchés et produits d'assurances »
- M. Frédéric BROTONS, adjoint

MINISTERE DE LA JUSTICE

DIRECTION DES AFFAIRES CIVILES ET DU SCEAU

- Mme Charlotte de CABARRUS, chef du bureau du droit des obligations
- M. Jean-François Le COQ, magistrat à l'administration centrale

ORGANISATIONS INTERNATIONALES

COMMISSION DES NATIONS-UNIES POUR L'EUROPE

- M. Joël VALMAIN, vice-président du comité pour la sécurité routière (WP1)

COMMISSION EUROPEENNE

- Mme Claire DUPRE, chef de l'Unité « Systèmes de transport intelligents et durables », direction générale pour la mobilité et les transports (DG MOVE)
- M. Casto LOPEZ BENITEZ, expert sécurité routière (DG MOVE)
- Mme Ingrid SKOGSMO, expert transports, direction générale pour la recherche et l'innovation (DG RTD)
- M. Antony LAGRANGE, juriste (automobile et mobilité), direction générale marché intérieur, industrie, entrepreneuriat, et PME (DG GROW)

COMMISSION NATIONALE INFORMATIQUE ET LIBERTES (CNIL)

- Mme Joanna MASSON, juriste, direction de la conformité
- M. Régis CHATELLIER, chargé d'études « innovation et prospective »

ORGANISMES DE RECHERCHE

CENTRE D'ETUDES ET D'EXPERTISE SUR LES RISQUES, L'ENVIRONNEMENT, LA MOBILITE ET L'AMENAGEMENT (CEREMA)

- M. Christian CURE, directeur du CEREMA TV
- M. Stéphane CANALIS, directeur délégué infrastructures et mobilité
- M. Ludovic SIMON, responsable de la R et D « transports intelligents » CEREMA Ile-de-France
- M. Gilles GAUTHIER, directeur du département Laboratoire de Lyon
- Mme Anne GRANDGUILLOT, chef du département voirie et espace public
- M. Sylvain BELLOCHE, chargé d'études, département voirie et espace public
- M. Bruno LEVILLY, chef du groupe conception et gestion des réseaux, département voirie et espace public
- Mme Stéphanie BORDEL, chargée de recherche, laboratoire de Saint-Brieuc
- M. Yves ROUGIER, chef du centre systèmes de transport et de la mobilité du CEREMA ITM
- M. Pierre-Yves TANNIOU, adjoint au chef de groupe TITANE, CERMA sud-ouest
- Mme Michèle COLOMB, chef de groupe du laboratoire de Clermont-Ferrand
- M. Nicolas NUYTENS, chef de groupe du laboratoire de Lyon
- M. Fabrice RECLUS, chargé d'études sur l'exploitation et la régulation dynamique des réseaux de transport, département mobilités CEREMA centre-est

INSTITUT FRANÇAIS DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES TRANSPORTS, DE L'AMENAGEMENT ET DES RESEAUX (IFSTTAR) – ORGANISMES OU ENTREPRISES ASSOCIES AU PROJET TRANSPOLIS :

- M. Jean-Paul MIZZI, directeur général adjoint
- M. Jean-Bernard KOVARIK, directeur général adjoint
- M. Frédéric BOURQUIN, directeur du département « composants et systèmes »
- M. Marc TASSONE, directeur délégué pour le site de Lyon
- Mme Brigitte MAHUT, directrice déléguée pour le site de SATORY
- M. Bernard JACOB, directeur scientifique délégué
- Mme Hélène TATTEGRAIN, directrice du laboratoire « ergonomie et sciences cognitives pour les transports » (LESCOT)
- M. David MITTON, directeur du laboratoire de biomécanique et mécanique des chocs (LBMC)
- M. Ludovic LECLERCQ, directeur-adjoint du laboratoire d'ingénierie circulation transport (LICIT)
- M. Philippe VEZIN, directeur-adjoint « politique de recherche », département Transport Santé Sécurité

- M. Stéphane BARBIER, directeur du développement, projet TRANSPOLIS
- M. Julien CESTAC, chercheur, laboratoire de psychologie des comportements et des mobilités (LPC)
- M. Abdelmenname HEDHLI, chargé de mission « transports intelligents »
- M. Pierre AUGROS, conducteur d'opération TRANSPOLIS
- M. Gilles Le Carre (VOLVO), projet TRANSPOLIS
- M. Laurent MORNIROLI, société VICAT
- M. Sébastien GLASER, chercheur, laboratoire sur les interactions véhicules-infrastructures-conducteurs (LIVIC)
- M. Eric DUMONT, directeur du laboratoire exploitation, perception, simulateurs et simulation (LEPSIS)
- M. Fabrice VIENNE, ingénieur de recherche, LEPSIS
- Mme Valérie GYSELINCK, directrice du laboratoire de psychologie des comportements et des mobilités (LPC)
- M. Nicolas HAUTIERE, directeur du projet HYBROAD (route hybride 5ème génération)

LYON URBAN TRUCKS AND BUS (LUTB), PÔLE DE COMPÉTITIVITÉ :

- M. Philippe GACHE, directeur du programme « système de transport intelligent »
- Mme Clémence ROUTHIAU, gestionnaire de projet

LABORATOIRE « AMENAGEMENT, ECONOMIE, TRANSPORTS » (LAET), UNIVERSITE DE LYON 2 :

- M. le Professeur Yves CROZET, directeur, professeur émérite

SYSTEM X, INSTITUT DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE :

- M. Paul LABROGERE, directeur du programme « transport autonome »

VEDECOM

- M. Jean-Laurent FRANCHINEAU, directeur du programme Eco-mobilité
- Mme Patricia JONVILLE, adjointe au directeur du programme Eco-mobilité
- Mme Christine TISSOT (groupe Renault), manager de projet SCOOP
- M. Alain SERVEL (groupe PSA)
- M. Yves ROBIN-JOUAN, gérant de la société NAVECOM

ENTREPRISES DU SECTEUR AUTOMOBILE ET DES TRANSPORTS

CONSEIL NATIONAL DES PROFESSIONS DE L'AUTOMOBILE (CNPA) :

- M. Florent PORTMANN, secrétaire général « métiers de la mobilité partagée »

TRANSPORTS COLLECTIFS

REGIE AUTONOME DES TRANSPORTS PARISIENS (RATP) :

- Mme Nathalie LEBOUCHER, directrice de la stratégie, de l'innovation, et du développement
- Mme Véronique BERTHAULT, direction de la stratégie, pilote du groupe « transports publics » de la NFI.

NAVETTES INTELLIGENTES :

EasyMile :

- M. Guillaume DRIEUX

NAVYA :

- M. Ludovic GUERRREIRO, responsable commercial marchés francophones
- M. Nizar FAKHFAKH

KEOLIS :

- M. Pascal JACQUESSON, directeur général KEOLIS Lyon
- Mme Bénédicte LAFON, direction projets, marketing, intermodalité

CONSTRUCTEURS AUTOMOBILES-EQUIPEMENTIERS :

Groupe PSA :

- M. Jean-François HUERE, direction des relations institutionnelles, ITS et sécurité routière
- M. Thierry LE HAY, direction de la recherche et de l'ingénierie avancée, responsable du pôle « systèmes embarqués avancés »

Groupe Renault :

- M. Jean-François SENCERIN, directeur de projet « véhicules autonomes »

Taxis Bleus :

- M. Yann RICORDEL, directeur général
- Mme Fabiola FLEX, directrice des affaires publiques

GESTIONNAIRES DE VOIRIE

Association des sociétés françaises d'autoroutes (ASFA) :

- M. Jean MESQUI, délégué général
- M. Christophe BOUTIN, adjoint au délégué général
- Mme Annie CANEL, directrice des opérations

Représentants des collectivités territoriales et des autorités organisatrices de transport :

Régions de France :

- M. Amaury LOMBARD, conseiller infrastructures, déplacements, transports
- M. David HERRGOTT, conseiller technique mobilités

Syndicat des transports d'Ile-de-France (STIF) :

- M. Laurent PROBST, directeur général
- M. Olivier NALIN, directeur du développement
- Mme Anne SALONIA, direction du développement, chargée des études générales
- M. David O'NEILL, directeur de l'exploitation

Fédération nationale des transports routiers (FNTR) :

- Mme Florence BERTHELOT, déléguée générale

REPRESENTANTS DES USAGERS DE LA ROUTE

Ligue contre la violence routière :

- Mme Chantal PERRICHON, Présidente

Prévention Routière

- Mme Anne LAVAUD, déléguée générale
- M. Christophe RAMOND, directeur des études et des recherches

ENTREPRISES D'ASSURANCE ET D'ASSISTANCE

Fédération française de l'assurance (FFA) :

- M. Stéphane PENEZ,
- Mme Anne-Marie PAPEIX,
- MMe Ludivine DANIEL
- M. ARNAUD (MACIF)

Syndicat national des sociétés d'assistance (SNSA) :

- M. Nicolas GUSDORF, président
- Mme Catherine HENAFF, secrétaire générale

JURISTES, AUTRES PERSONNALITES

- Me Alain BENSOUSSAN, avocat, Barreau de Paris
- Me Eve RENAUD, avocate, Barreau de paris
- M. Olivier PAUL-DUBOIS-TAINE, président du comité « transports » de la Société des ingénieurs et scientifiques de France (IESF)

Annexe n° 3 : Glossaire des sigles et abréviations

ACC :	<i>Adaptative Cruise Control</i> (régulateur de vitesse adaptatif)
ADAS :	<i>Advanced Driver Assistance Systems</i> (aides à la conduite)
AEB :	<i>Automatic Emergency Braking</i> (freinage d'urgence)
ANSSI :	Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information
ASFA :	Association française des autoroutes et ouvrages concédés
BAAC :	Bulletin d'Analyse des Accidents Corporels
CEREMA :	Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'environnement, la Mobilité et l'Aménagement
CERAM :	Centre d'Essais et de Recherches Automobiles de Mortefontaine
CERT :	<i>Computer Emergency Response Team</i>
CNIL :	Commission Nationale Informatique et Libertés
DATP :	<i>Driver Assistive Truck Platooning</i>
DGE :	Direction Générale des Entreprises
DGEC :	Direction Générale de l'Energie et du Climat
DGITM :	Direction Générale des infrastructures, des Transports et de la Mer
DGGN :	Direction Générale de la Gendarmerie Nationale
DGPN :	Direction Générale de la Police Nationale
DGSCGC :	Direction Générale de la Sécurité Civile et la Gestion des Crises
DOT :	<i>Department of Transportation</i> (ministère fédéral des transports aux Etats-Unis)
DSCR :	Délégation à la Sécurité et la Circulation Routières
EDR :	<i>Event Data Recorder</i>
ESC :	<i>Electronic Stability Control</i> (électro stabilisateur programmé)
ESoP :	<i>European Statement of Principles</i>
ETSI :	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
FFA :	Fédération Française de l'Assurance
GPS :	<i>Global Positioning System</i>
IFSTTAR :	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux

IHM :	Interface Homme Machine
INRIA :	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique
IoT :	<i>Internet of Things</i>
LTE :	<i>Long Term Evolution</i>
MEEM :	Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer
MINEFI :	Ministère de l'Economie et des Finances
MININT :	Ministère de l'Intérieur
NFI :	ouvelle France Industrielle
NHTSA :	<i>National Highway Traffic Safety Administration (Etats-Unis)</i>
NIS :	directive européenne <i>Network and Information Security</i>
OBD :	<i>On Board Diagnostics</i>
OCSTI :	Observatoire Central des Systèmes de Transport Intelligents (Gendarmerie)
ODD :	<i>Operational Design Domains</i>
ONISR :	Observatoire national interministériel de la sécurité routière
SAE :	<i>Society of Automotive Engineers (Etats-Unis)</i>
SGAE :	Secrétariat Général pour les Affaires Européennes
TCMV :	<i>Technical Comitee for Motor Vehicles</i>
TIS :	<i>Trust In Soft</i>
UTAC :	Union Technique de l'Automobile, du motorcycle, et du Cycle
VIN :	<i>Vehicle Identification Number</i>
WP :	<i>Working Party</i>

Cahier annexe numéro 1 :

VOIR CI-JOINT

Annexe 4 : les systèmes équipant les véhicules

Annexe 5 : les capteurs et l'intelligence artificielle des véhicules autonomes

Annexe 6 : les investissements des entreprises sur l'automatisation des véhicules.

Annexe 7 : l'état du droit relatif aux véhicules autonomes dans les pays étrangers.

Annexe 8 : véhicules automatisés et sécurité routière

Cahier annexe numéro 2 :

VOIR CI-JOINT

Annexe 9 : la Cybersécurité

Annexe 10 : l'état de la recherche en France dans le monde

Annexe 11 : les poids-lourds, les navettes, les bus autonomes

Annexe 12 : l'impact économique et social des véhicules autonomes. L'acceptabilité sociale