



MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR

# CONSEIL NATIONAL DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE

## COMITÉ DES EXPERTS

### **Note sur les enjeux de sécurité routière de l'automatisation de la conduite et les besoins en données pour mesurer son impact**

SOUMIS A LA SEANCE PLENIERE DU CNSR DU 9 juillet 2019

Rédacteurs : Hélène TATTEGRAIN

Contributeurs : Emmanuel LAGARDE, Eric VIOLETTE, Dominique BOUTON, Marie-Axelle GRANIE, Jean-Pascal ASSAILLY

Nous remercions pour leur précieuse contribution : Vincent Ledoux (Cerema), Mélanie D'AURIA (ONISR)

Pour le Comité des experts :

Jean-Pascal ASSAILLY, Dominique BOUTON, Anne-Claire D'APOLITO, Thierry FASSENOT, Sandrine GAYMARD, Marie-Axelle GRANIE, Benoit HIRON, Sylviane LAFONT, Emmanuel LAGARDE, Marine MILLOT, Manuelle SALATHE, Marie-Laure SEUX, Nicolas SIMON, Hélène TATTEGRAIN, Eric VIOLETTE



## Résumé exécutif

L'automatisation de la conduite est un processus continu qui démarre dès la mise en œuvre de systèmes automatisant une partie de la conduite jusqu'à l'automatisation complète. Les impacts prévisibles en termes de sécurité routière sont différents suivant la répartition des tâches entre le conducteur et le véhicule. Si l'on veut atteindre l'objectif de réduire l'accidentalité due aux facteurs humains, il est important de prendre en compte ces impacts potentiels dès la conception de ces systèmes. Les principaux risques identifiés sont les suivants :

- Pour tous les niveaux d'automatisation, il faudra s'assurer que les systèmes soient utilisés dans leurs limites de fonctionnement. Ils doivent ainsi être conçus de manière à intégrer une autoévaluation de leur domaine de validité et leurs limites doivent être connues des conducteurs.
- Pour le niveau 2 : il importe de ne pas autoriser la mise en œuvre concomitante de plusieurs systèmes qui aurait pour conséquence de supprimer toute action physique de conduite. Pour que le conducteur reste impliqué dans la supervision de la scène routière (yeux sur la route ou sur les zones de prélèvement d'information routière) et les mains sur le volant, le monitoring du conducteur doit être obligatoire pour ce niveau.
- Le niveau 3 est critique en termes de sécurité routière. Un monitoring complexe permettant de s'assurer que le conducteur sera attentif lors de la reprise en main doit être mis en œuvre et une procédure d'arrêt en sécurité du véhicule doit être prévue pour ce niveau lorsque le conducteur ne reprend pas le contrôle du véhicule.
- Pour le niveau 4 : les modalités de l'interaction véhicule/conducteur nous paraissent pertinentes.
- Pour le niveau 5 : la supervision par un opérateur extérieur doit être étudiée.

Les contraintes de fiabilité auxquelles ces systèmes doivent répondre devront être définies pour assurer une sûreté de fonctionnement et une interaction avec les autres usagers de la route la plus sûre possible en testant la performance de perception des capteurs et en s'assurant qu'ils sont capables de détecter les usagers que le véhicule rencontrera dans les cas d'usage prévus. La mise en place d'un certain nombre de scénarios en fonction des cas d'usage à valider sur piste devront permettre de tester les algorithmes de prise de décision dans les situations critiques.

De plus, il est nécessaire que l'ensemble des données relatives aux accidents et aux véhicules correspondants soient accessibles aux pouvoirs publics permettant d'identifier, avec la puissance statistique maximale disponible, les risques et les progrès en termes de sécurité routière liés à l'introduction des systèmes automatisés. Ces données sont à trois niveaux :

- Lors des expérimentations des véhicules autonomes, les données d'accidents et d'incidents nécessaires à l'enquête et aux analyses.
- Lors des accidents, il est nécessaire de connaître le niveau d'équipement des véhicules impliqués dans les accidents et l'état d'activation des systèmes disponibles.
- Pour mesurer l'exposition des conducteurs à l'usage des systèmes d'automatisation, il est nécessaire de connaître leur taux d'utilisation.

Si l'on peut espérer une baisse de l'accidentalité, elle ne devrait pas devenir nulle pour autant. Le comportement des véhicules automatisés devra être compréhensible et prédictible par les usagers « humains ». Le code de la route devra être modifié : la nécessité de maîtrise du véhicule par le conducteur devra être redéfinie ; certaines règles comme les limitations de vitesse devront prendre en compte le cas particulier des véhicules à délégation de conduite. La conformité des décisions prises par l'intelligence artificielle à l'environnement législatif et éthique devra être d'une part définie a priori, et d'autre part

contrôlée a posteriori. Le travail des policiers et des gendarmes connaîtra également des évolutions : les forces de l'ordre devront pouvoir identifier les différents types de véhicules et/ou le mode de conduite adopté.

Le continuum éducatif de la sécurité routière devra intégrer ces évolutions. Cela concerne l'Éducation Nationale, les inspecteurs du permis de conduire, les auto écoles, les entreprises. La vente d'automobiles devra par ailleurs être accompagnée d'une information voire d'une formation au maniement de ces nouveaux véhicules, aux exigences de sécurité, notamment liées à la reprise en main.

La question de la responsabilité est au cœur de la problématique du véhicule autonome et des arbitrages et codes de conduite devront être formulés pour permettre le traitement juridique des contentieux qui surviendront. Ils concerneront les usagers et les constructeurs, mais aussi les responsables de l'infrastructure et de l'entretien des voiries, et plus généralement l'ensemble des acteurs impliqués dans la conception et l'exploitation de ces véhicules. Le modèle économique de l'assurance automobile sera donc amené à changer dans un contexte de réduction des accidents, de nouvelles répartitions des responsabilités, mais aussi de l'impact vraisemblablement plus important d'une forme de délinquance liée au piratage.

Il est probable que les évolutions mentionnées dans ce rapport conduiront à modifier l'usage du véhicule individuel. Les coûts, les impératifs environnementaux, le risque de congestion et peut-être l'impossible standardisation des usages individuels pourraient nous conduire à y renoncer et à nous diriger vers un mode de transport terrestre plus partagé et autonome. Ce scénario aurait par ailleurs l'avantage de libérer l'espace urbain dévolu aujourd'hui au stationnement, permettant une densification des villes et épargnant les surfaces rurales menacées par la rurbanisation.

## Table des matières

Résumé exécutif .....	3
Introduction .....	6
1. Classification et cas d'usage envisagés pour le véhicule automatisé.....	6
1.1. Niveaux SAE et répartition des tâches entre le conducteur et le véhicule .....	6
1.2. Description des cas d'usage.....	10
1.3. Conséquences possibles sur la sécurité de la conduite.....	13
2. Préconisations pour la mesure de l'impact des véhicules automatisés en termes de sécurité routière.....	14
2.1. Identifier l'activation des systèmes automatisés dans les accidents .....	15
2.2. Mesurer l'exposition à l'usage des systèmes d'assistance et d'automatisation .....	16
2.3. Exploiter les incidents récoltés lors des expérimentations .....	16
3. Conséquences de l'avènement du véhicule autonome sur l'écosystème de la sécurité routière.....	17
3.1. Conséquences sur l'accidentalité et l'accidentologie.....	17
3.2. Conséquences sur la gestion économique du risque accidentel.....	19
3.3. Conséquences sur la mobilité.....	20
4. Références .....	22
Annexe A : Définitions des niveaux en France.....	23
Annexe B : Extraits des travaux de l'ONU sur le véhicule autonome (WP29) novembre 2017 .....	24

## Introduction

L'arrivée du véhicule autonome interroge les pouvoirs publics sur ses conséquences en termes de sécurité routière et sur les moyens à mettre en œuvre pour mesurer son impact. Il s'agit d'un sujet d'ores et déjà d'actualité : l'automatisation de la conduite est déjà entamée depuis plusieurs années et des fonctions sont déjà disponibles sur le marché automobile. Nous abordons ainsi ici l'ensemble des problèmes liés à l'automatisation des véhicules, faisant ainsi référence au véhicule automatisé et non au véhicule autonome qui ne correspond qu'à l'étape ultime de l'automatisation.

Cette note n'a pas pour ambition d'aborder l'ensemble des thématiques convoquées par l'avènement du véhicule autonome mais d'attirer l'attention sur les caractéristiques nécessaires du système de surveillance et sur les exigences que les véhicules automatisés déployés devront satisfaire (délivrance de l'autorisation de mise en circulation) pour mesurer et maîtriser les risques d'accidents.

Les objectifs de cette note sont ainsi :

1. De présenter les classifications utilisées, pour préciser ce que le « niveau d'automatisation » sous-entend, et les cas d'usage envisagés à plus ou moins long terme, et ainsi interroger les enjeux de sécurité pour chacun d'entre eux.
2. De présenter des préconisations immédiates relatives à l'accès aux données autorisant la mesure de l'impact de ces systèmes sur la sécurité routière.
3. De présenter une vision prospective des conséquences en matière de sécurité routière induites par les modifications sociétales que l'automatisation entraînera.

## 1. Classification et cas d'usage envisagés pour le véhicule automatisé

La classification de la SAE (Society of Automotive Engineers) [SAE 2014] a été initialement créée par des ingénieurs dans le but de caractériser les fonctionnalités d'autonomie de véhicule. Elle a été reprise par les experts qui travaillent sur la réglementation pour mieux préciser, pour chaque niveau défini, les tâches confiées au véhicule et celles qui resteront du ressort du conducteur. Nous présentons ici les différents niveaux et les situations qui de notre point de vue peuvent présenter des risques importants en termes de sécurité routière.

Nous présentons ensuite les cas d'usage, c'est-à-dire les fonctions de conduite qui vont être automatisées et sur quels types d'infrastructure elles seront activables.

### 1.1. Niveaux SAE et répartition des tâches entre le conducteur et le véhicule

La classification SAE (Society of Automotive Engineers) des niveaux d'automatisation a été définie en 2014 et revue en 2016. En France, la nomenclature des niveaux d'automatisation du Plan industriel véhicule autonome (2014) est issue de la nomenclature SAE (voir annexe A).

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)
<b>Human driver monitors the driving environment</b>						
0	no Automation	the full-time performance by the <i>human driver</i> 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</i> -specific 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</i> -specific 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 <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
<b>Automated driving system ("system") monitors the driving environment</b>						
3	Conditional Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	Human driver	Some driving modes
4	high Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , 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 <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	All driving modes

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.

Cette classification prend en compte quatre caractéristiques de l'automatisation [SAE 2014]:

- Contrôle du véhicule : les contrôles latéral et/ou longitudinal du véhicule sont gérés soit par le conducteur soit par le système.

- Niveau 1 : le système gère soit le latéral soit le longitudinal, tandis que le conducteur continue de gérer l'autre composante.
- Niveaux 2 à 5 : le système gère à la fois le contrôle latéral et le contrôle longitudinal.
- Supervision du conducteur : le conducteur doit ou non superviser l'environnement de conduite pour gérer les divers événements qui pourraient se produire.
  - Niveaux 1 et 2 : le conducteur doit superviser l'environnement de conduite.
  - Niveaux 3 à 5 : le système supervise l'environnement de conduite.
- Reprise en main ou non sur demande du système : le conducteur doit ou non reprendre la main sur demande du système.
  - Niveaux 1 et 2 : le conducteur doit superviser l'environnement de conduite et donc décider lui-même à quel moment il doit reprendre la main.
  - Niveau 3 : le conducteur doit reprendre la main dès que le système le lui demande.
  - Niveaux 4 à 5 : le système supervise l'environnement de conduite et doit savoir gérer la situation si le conducteur ne reprend pas la main.
- Situations de conduite assistée : le système est capable de conduire uniquement sur certaines portions de route ou dans tous les contextes routiers.
  - Niveaux 1 à 4 : le système sait gérer une partie des situations de conduite.
  - Niveau 5 : le système sait gérer toutes les situations de conduite.

Cette classification américaine a été reprise par le groupe international piloté par le CE ONU « Informal Working Group on Intelligent Transport Systems / Automated Driving »<sup>1</sup> pour proposer des définitions de l'automatisation de la conduite dans le cadre du WP29 présenté à la session du « World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations » de novembre 2017 [IWG ITS/AD 2017]. Il faut noter que ces définitions sont en cours de discussion au niveau international et que l'état que nous présentons est celui de novembre 2017. Dans cette proposition, la supervision de la scène routière est précisée. Cette tâche concerne la détection et la réponse aux événements extérieurs (OEDR : « Object and Event Detection and Response »). Ces définitions sont très proches de celles du SAE sur le fonctionnement général :

- Niveaux 1 et 2 : la fonction de détection des objets et des événements et de réaction (OEDR) est assurée par le conducteur. Celui-ci ne doit pas réaliser de tâches secondaires non liées à la conduite.
- Niveau 3 : OEDR assurée par le système. Le conducteur peut réaliser des tâches secondaires non liées à la conduite mais doit être capable de reprendre la main sur demande du système.
- Niveau 4 : OEDR assurée par le système dans les conditions où le système est activable et le conducteur peut réaliser des tâches secondaires non liées à la conduite.
- Niveau 5 : OEDR assurée par le système dans toutes les conditions et le conducteur peut réaliser des tâches secondaires non liées à la conduite.

Cette classification reprend donc les mêmes concepts en termes de supervision de la scène routière par le conducteur. Toutefois, elle précise des points importants sur :

1. La présence et le type de monitoring du conducteur par le véhicule pour vérifier qu'il est capable de reprendre la main.
2. La présence d'une manœuvre de mise en sécurité minimale par le véhicule en cas de non reprise en main.

---

<sup>1</sup> <https://globalautoregs.com/rules/199-automated-driving-and-autonomous-vehicles>



Les modalités du monitoring et de la manœuvre de sécurité varient en fonction du niveau d'automatisation :

- Pour le niveau 1, le conducteur continue à réaliser une partie de la tâche de contrôle du véhicule (latéral ou longitudinal), doit choisir quand le système est activable ou non et doit détecter et gérer les événements dans la scène routière, ou les incidents de fonctionnement du système. Aucune mise en sécurité ni monitoring du conducteur n'est prévue.
- Pour le niveau 2, le conducteur doit choisir quand le système est activable ou non, ne réalise pas la tâche de contrôle du véhicule (latéral ou longitudinal) mais doit détecter et gérer les événements dans la scène routière, ou les incidents de fonctionnement du système<sup>2</sup>. Aucune mise en sécurité n'est prévue, et le monitoring du conducteur est uniquement optionnel.
- Pour le niveau 3, le conducteur peut activer le système uniquement quand le système est activable, ne réalise pas la tâche de contrôle du véhicule (latéral ou longitudinal) mais doit être capable de reprendre la main sur demande du système<sup>3</sup>. Les tâches secondaires sont possibles si elles n'empêchent pas le conducteur de reprendre rapidement le contrôle du véhicule. S'il ne reprend pas la main, une mise en sécurité optionnelle peut être déclenchée. Le freinage d'urgence est par contre obligatoire ainsi qu'un monitoring du conducteur.
- Pour le niveau 4, le conducteur peut activer le système uniquement quand le système est activable, ne réalise pas la tâche de contrôle du véhicule (latéral ou longitudinal) et n'est pas contraint de reprendre la main sur demande du système<sup>4</sup> car une mise en sécurité peut être déclenchée. Les tâches secondaires sont possibles et un monitoring du conducteur vérifie qu'il est en état de reprendre la main.
- Pour le niveau 5, le conducteur n'est pas impliqué. Cela implique que le système doit être capable de gérer tous types de situation de conduite. Dans le cas d'un déplacement sur un parcours connu (par exemple la desserte sur une ligne de transports en commun), il doit savoir gérer les événements pouvant modifier son itinéraire, comme des travaux, mais aussi s'adapter aux comportements de l'ensemble des autres usagers de la route. S'il se déplace sur un itinéraire inconnu, il doit en plus le définir et percevoir tous les éléments de l'infrastructure.

---

<sup>2</sup> Annexe B, Driver Tasks, Niveau 2, line 3 : "The driver constantly supervises the dynamic driving task executed by the system. Although the driver may be disengaged from the physical aspects of driving, he/she must be fully engaged mentally with the driving task and shall immediately intervene when required by the environment or by the system (no transition demand by the system, just warning in case of misuse or failure)."

<sup>3</sup> Annexe B, Driver Tasks, Niveau 3, line 3 : "The driver shall remain sufficiently vigilant as to acknowledge the transition demand and, acknowledge vehicle warnings, mechanical failure or emergency vehicles (increase lead time compared to level 2)."

<sup>4</sup> Annexe B, Driver Tasks, Niveau, line 3 : "The driver may be asked to take over upon request within lead time. However, the system does not require the driver to provide fallback performance under the ODD (operational design domain)."

Comme le résume le tableau ci-dessous, ces classifications permettent ainsi de décrire les modifications de l'activité de conduite dues à l'introduction des systèmes produisant une automatisation progressive de la conduite.

Niveaux	SAE et ONU : Contrôle du véhicule	SAE et ONU : détection et réponse aux événements extérieurs	SAE et ONU : Supervision du conducteur	SAE et ONU : Reprise en main sur demande du système	SAE : Manœuvre de mise en condition de risque minimal	ONU : Manœuvre de mise en condition de risque minimal	ONU : Monitoring du conducteur	ONU : Situations de conduite assistées
Niveau 1	COND ET SYS	COND	OUI	Pas de demande	NON	NON	NON	LIMITEES
Niveau 2	SYS	COND	OUI	Pas de demande	NON	NON	OPTION	LIMITEES
Niveau 3	SYS	COND /SYS	NON	OUI	NON	OPTION mais freinage urgence	OUI	LIMITEES
Niveau 4	SYS	SYS	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	LIMITEES
Niveau 5	SYS	SYS	NON	Sans objet	OUI	OUI	Sans objet	TOUTES

## 1.2. Description des cas d'usage

Fin 2013, un plan de développement du véhicule autonome a été mis en place dans le cadre des plans « Nouvelle France Industrielle » [NFI 2014] (En 2015, la NFI a modifié sa structure basée sur l'industrie du futur et 9 solutions industrielles dont la Mobilité écologique dans laquelle le véhicule autonome a été inclus [NFI 2016]). Il a permis de réunir la plupart des acteurs du domaine, industriels et chercheurs, qui au travers de groupes de travail, ont défini les cas d'usage sur lesquels les efforts se concentrent. Ces cas ont été définis pour trois types de véhicule : le véhicule particulier, le véhicule industriel et le système de transport public [NFI 2015].

Pour le **véhicule particulier** il est prévu de déployer rapidement (avant 2020) trois cas d'usage :

- Embouteillage (niveau 3/4) : Le conducteur est à son poste de conduite. Le véhicule est autonome en situation d'embouteillage, sur une voie à chaussées séparées et des tronçons définis, sans changement de file dans un premier temps. Le conducteur assure la conduite dans toutes les autres situations.
- Autoroute (niveau 3/4) : Le conducteur est à son poste de conduite. Le véhicule est autonome en situation de conduite sur autoroute, sur une voie à chaussées séparées et des tronçons autoroutiers définis, avec changement de file simple. Le conducteur assure la conduite dans toutes les autres situations.
- Valet de parking (niveau 5) : Le véhicule est autonome en situation de stationnement dans le périmètre identifié d'un parking. Le conducteur conduit le véhicule à l'entrée du parking, quitte le véhicule et initie la manœuvre de stationnement à distance. Il quitte l'entrée du parking sans superviser la manœuvre. La récupération du véhicule se fera de manière similaire.

Le premier cas d'usage est déjà disponible en option pour des véhicules sur le marché, les deux autres cas font déjà l'objet d'expérimentations. Ces cas d'usage reçoivent des réponses technologiques satisfaisantes, soit parce qu'ils concernent des vitesses faibles, soit parce qu'ils s'inscrivent dans un environnement routier d'une complexité réduite, comme l'autoroute.

Deux autres cas d'usage sont prévus à un horizon assez proche (entre 2020 et 2030) :

- Trajet régulier (niveau 3/4) : Le véhicule est autonome en situation de conduite, sur un trajet régulier en milieu urbain et péri-urbain. Le poste de conduite reste nécessaire hors de ce trajet.
- Voiturier automatique (niveau 5) : Le véhicule est autonome en situation de stationnement sur une route ouverte. Le conducteur laisse son véhicule sur route ouverte, sort de son véhicule et lance la manœuvre de stationnement à distance. Il ne supervise pas la manœuvre. Le véhicule rejoint une place de stationnement d'une manière autonome. La récupération du véhicule se fera de manière similaire.

Ces cas devront bénéficier d'évolutions des recherches en IA sur l'apprentissage automatique conférant au véhicule une meilleure connaissance de l'environnement. La gestion des interactions avec les autres usagers de la route ou la prise en compte de conditions météorologiques extrêmes se heurtent encore à des obstacles technologiques.

Le dernier cas d'usage est prévu à un horizon plus lointain (après 2030), il correspond au niveau 5 dans tout contexte de conduite. Le véhicule est autonome du point de départ jusqu'au point d'arrivée, sur toutes les routes. Il embarque le passager qui annonce la destination souhaitée et l'y conduit. En principe, un poste de conduite n'est plus nécessaire.

Ce dernier cas comprend un nombre important de situations pour lesquelles la solution technologique n'existe pas aujourd'hui. Comme dit plus haut, la perception de l'environnement quelles que soient les conditions météorologiques demeure un verrou majeur.

Pour le **véhicule industriel**, cinq cas d'usage sont prévus pour un déploiement rapide (avant 2020) :

- Véhicules autonomes synchronisés sur site industriel (niveau 5) : Le véhicule effectue de manière autonome toutes les opérations de conduite et les opérations liées à son activité sur site industriel.
- Véhicule autonome pour l'agriculture de précision (niveau 5) : Les opérations de conduite et de travail (traitement, taille, récolte...) sont assurées en mode autonome dans son environnement de travail spécifique au type de culture ainsi que les liaisons entre ferme et zone de travail hors de la route. Exemple applicatif : pulvérisateur autonome de précision, engin de désherbage, plate-forme d'aide au maraîchage...
- Platooning civil et agricole (niveau 5) : Le convoi de véhicules de transport de marchandises ou le convoi d'engins agricoles plein champs est dirigé par un véhicule de tête, conduit par un chauffeur. Il n'y a pas d'opération de dépassement, ni de changement de file. En milieu agricole les demi-tours et les différentes formations de convoi sont gérés en mode autonome.
- Benne à ordures ménagères (niveau 3/4) : Le véhicule est autonome pour les opérations de positionnement et de ramassage. Dans un premier temps, le chauffeur doit amener le véhicule aux abords de la zone de ramassage. A terme, la conduite sera déléguée pendant l'ensemble de la tournée ;
- Régulation de vitesse par l'infrastructure (niveau 2) : Le véhicule de transport de marchandise adapte sa vitesse grâce aux informations transmises par l'infrastructure.

Les deux premiers cas sont déjà testés dans des expérimentations sur des sites privés et le troisième sur site ouvert. Pour le platooning civil, les recherches sont ciblées sur les problèmes technologiques de gestion du convoi. La prise en compte de l'impact sur les autres usagers fait l'objet d'un nombre encore limité d'études.

Deux autres cas sont prévus à un horizon assez proche (entre 2020 et 2030) :

- Transport de marchandises dans les couloirs de bus (niveau 4) : Le véhicule est autonome dans les couloirs de bus, en fonction des capacités de l'infrastructure.
- Convoi militaire autonome (niveau 5) : Le convoi de véhicules militaires est dirigé par un véhicule, conduit par un chauffeur. Le convoi doit être capable d'évoluer dans un environnement non maîtrisé (pas de carte précise, tout chemin) et permettre la sauvegarde de l'équipage (esquive, auto-défense, évacuation de la zone dangereuse).

Un dernier cas est prévu à un horizon plus lointain (après 2030) :

- Livraison automatisée du dernier km (niveau 5) : Le véhicule est autonome dans tous les contextes, il gère la conduite et le parking dans la zone de livraison. Il transporte des volumes à décharger pouvant être pris en charge par le destinataire et ne nécessite pas de conducteur.

Ce cas d'usage requiert la présence du destinataire pour récupérer les marchandises.

La plupart des cas d'usage de **transports publics** sont prévus en mode d'autonomie complète car les objectifs sont de pouvoir augmenter l'amplitude horaire des services de transport en commun ou leur fréquence dans des zones peu desservies. La mise en place de ces services se fera donc en tenant compte, d'une part, du site sur lequel ce déploiement est prévu (privé ou public, protégé ou partagé avec d'autres usagers), et, d'autre part, sur le fait que le parcours soit libre ou fixe avec des points d'arrêt prédéfinis ou non.

Pour les transports publics, trois cas sont prévus pour un déploiement rapide (avant 2020), sur site privé, propre ou zone de rencontre avec points d'arrêts fixes :

- Exploitation via des véhicules autonomes en convoi ou non d'un service selon une logique de dessertes de points d'arrêts en site propre ou site privé (niveau 5) : le véhicule d'un service de transport public dessert des points d'arrêts déterminés de manière autonome, sur un site propre ou sur un site privé.
- Exploitation via des véhicules autonomes, en convoi ou non, d'un service suivant une logique de dessertes de points d'arrêts (niveau 5) : le véhicule d'un service de transport public dessert des points d'arrêts déterminés de manière autonome, sur un site propre en premier lieu puis sur des voiries classées « zones de rencontre ».
- Flottes de véhicules autonomes en libre-service sur zone privée (niveau 5) : le véhicule, appartenant à une flotte de véhicules partagés, optimise de manière autonome la disponibilité à toutes les bornes grâce à des fonctions automatiques de rééquilibrage et de charge (sans passager), sur zones privées (type pôle hospitalier ou universitaire), zone d'activité, parc d'attraction...

Un cas est prévu à un horizon assez proche (entre 2020 et 2030) sur site public avec points d'arrêts fixes :

- Flottes de véhicules autonomes en libre-service sur voirie publique (niveau 5) : le véhicule, d'une flotte de véhicules partagés, optimise de manière autonome la disponibilité à toutes les bornes

grâce à des fonctions automatiques de rééquilibrage et de charge (sans passager) sur voirie publique.

Deux autres cas sont prévus à un horizon plus lointain (après 2030) sur site public avec les points d'arrêts non définis a priori :

- Exploitation d'un service de rabattement / diffusion à partir des gares à l'aide de véhicules autonomes sans logique de point d'arrêt (niveau 5) : Le véhicule effectue des trajets et rentre de manière autonome à son point de départ. Dans un premier lieu, les trajets se feront à partir de gares et stations de métro / RER / train avec retour autonome au point de départ (le trajet avec passager peut s'envisager en autonome ou non). A terme, le véhicule pourra desservir plusieurs domiciles de manière autonome pour servir de taxi partagé.
- Services de taxis partagés (niveau 5) : Le véhicule permet l'exploitation d'une flotte de taxis autonomes partagés adaptés notamment aux attentes des personnes à besoins spécifiques (handicapés, personnes âgées...).

Un dernier cas prévoit d'avoir des niveaux d'autonomie de plus en plus importants en exploitant les avancées technologiques au fur et à mesure de leur arrivée :

- Approche progressive d'automatisation du bus (niveau 3 puis 5) : Le véhicule est autonome pour remplir les fonctions de transport en commun usuelles, en premier lieu sur piste d'essai, puis sur site privé. A terme, le véhicule doit être autonome également en centre de remisage, notamment gérer sa charge (par exemple par induction).

### 1.3. Conséquences possibles sur la sécurité de la conduite

**Le niveau 1** est actuellement en déploiement. Il correspond à la mise en œuvre de l'ensemble des systèmes de type régulateur de vitesse, limiteur de vitesse, régulateur de vitesse adaptatif, système anticollision, système de maintien dans la voie... L'utilisation de ces systèmes peut engendrer des défauts d'attention (inattention, distraction), des modifications des compétences de conduite (gestion de la trajectoire latérale, modification des stratégies de prise d'informations extérieures, ...) et des mésusages (utilisation du système en dehors de ses limites d'usage). De plus, le fonctionnement de certains de ces systèmes peut être mal compris par le conducteur. Par exemple, un régulateur de vitesse adaptatif sait gérer une vitesse par rapport à un véhicule qui se déplace et peut ne pas détecter un véhicule arrêté. Il importe de s'assurer que le conducteur connaît les limites de fonctionnement du système qu'il utilise afin de ne pas surestimer son efficacité. Il importe de ne pas autoriser la mise en œuvre concomitante de plusieurs systèmes qui aurait pour conséquence de supprimer toute action physique de conduite (niveau 2).

**Le niveau 2** pourrait être atteint si plusieurs fonctionnalités de niveau 1 sont activées en même temps. Les risques du niveau 1 sont donc toujours présents. Ce niveau est particulièrement critique car il demande au conducteur de rester attentif à la situation de conduite pour être capable détecter les problèmes et de reprendre la main si un problème est détecté, tout en n'exerçant aucune action physique de contrôle du véhicule. **Il est donc impératif que le conducteur soit impliqué dans la supervision de la scène routière (yeux sur la route ou sur les zones de prélèvement d'information routière) et les mains sur le volant.** Dans ce niveau, les risques décrits pour le niveau 1 restent pertinents. S'y ajoute donc un risque d'inattention plus important. La tentation de réaliser des tâches non liées à la conduite est également plus forte, même si cela est interdit. **Il est donc important de rendre le monitoring du conducteur obligatoire pour ce niveau et de spécifier des contraintes occupationnelles ou techniques assurant la vigilance du conducteur.**

**Le niveau 3 est critique** car il demande au conducteur de superviser la scène routière pour comprendre rapidement la situation de conduite alors qu'il a la possibilité de réaliser des tâches secondaires non liées à la conduite. Dans ce cas, le risque majeur est lié à des demandes de reprise en main trop rapides par rapport à une situation complexe de conduite, qui peut conduire le conducteur soit à ne pas avoir assez de temps pour reprendre la main soit à la reprendre avec une mauvaise représentation de la situation, entraînant de mauvaises décisions. De plus, les définitions de ce niveau ne prévoient pas de mise en sécurité du véhicule. **Il nous semble pourtant important qu'une procédure d'arrêt en sécurité du véhicule soit prévue pour ce niveau lorsque le conducteur ne reprend pas le contrôle du véhicule.** Par ailleurs, le monitoring du conducteur est souvent très simple (regards vers la route et mains sur le volant). **Il conviendrait de prévoir un monitoring plus complexe permettant de s'assurer que le conducteur sera attentif lors de la reprise en main** (surveillance des stratégies visuelles et de la posture par exemple).

En termes de reprise en main, **le niveau 4** prévoit davantage de vérifications de l'état du conducteur et une mise en sécurité du véhicule en cas de non réponse. Les modalités de l'interaction véhicule/conducteur prévue pour ce niveau nous paraissent plus pertinentes que celles prévues pour le niveau 3.

Le rôle du conducteur **disparaît** complètement pour **le niveau 5**. Cependant, une supervision par un opérateur extérieur est parfois prévue pour gérer les situations que le véhicule ne peut pas traiter. La problématique principale est alors de préciser le rôle de cet opérateur (conduire ou seulement autoriser des manœuvres) et de définir les informations nécessaires pour réaliser sa tâche. Les problématiques attentionnelles pertinentes pour les conducteurs aux niveaux 1 et 2 s'appliquent alors à ces opérateurs.

Les niveaux 4 et 5 permettent d'ores et déjà d'identifier certains problèmes prévisibles liés à la modification de l'activité de conduite due à l'introduction des systèmes produisant une automatisation progressive. Reste à spécifier quelles sont les contraintes de fiabilité auxquelles ces systèmes doivent répondre pour assurer une sûreté de fonctionnement et une interaction avec les autres usagers de la route la plus sûre possible.

- **Il sera important de tester la performance de perception des capteurs** pour s'assurer qu'ils sont capables de détecter les usagers que le véhicule rencontrera dans les cas d'usage prévus. Par exemple, la détection de piéton peut être perturbée par le contexte ou l'environnement (par exemple, un piéton portant un carton pourrait ne pas être détecté par des caméras). La mise en place d'un certain nombre de scénarios en fonction des cas d'usage à valider sur piste pourra permettre de limiter ces risques.
- Enfin, **il faudra s'assurer que ces systèmes soient utilisés dans leurs limites de fonctionnement.** En effet, les systèmes ont été conçus pour certains contextes de conduite. Ces limites, souvent indiquées dans la documentation utilisateur, ne sont pas toujours connues des conducteurs. Les systèmes doivent ainsi être conçus de manière à intégrer une autoévaluation de leur domaine de validité.

## 2. Préconisations pour la mesure de l'impact des véhicules automatisés en termes de sécurité routière

Les acteurs qui entreprennent de mettre en circulation des véhicules bénéficiant d'un niveau d'automatisation font et feront face à des événements accidentels, mettant parfois en jeu la santé ou la vie d'utilisateurs ou d'usagers de la voie publique. La médiatisation de ces événements peut avoir des conséquences économiques majeures. Ainsi, un piéton a perdu la vie en mars 2018, fauché par un véhicule

de la société UBER qui se déplaçait en mode automatique. Tous les essais en cours de l'entreprise ont été suspendus.

S'il est difficile de passer sous silence les accidents ayant entraîné un décès, on peut penser que dans le contexte fortement concurrentiel de ce secteur d'activité, la tentation sera grande de sous-estimer les incidents liés aux véhicules autonomes, qu'ils aient occasionné des blessures ou non. Par ailleurs, de même que dans le domaine pharmaceutique, les essais cliniques ne permettent pas d'identifier l'ensemble des événements indésirables qui surviennent lors de la mise sur le marché de nouveaux médicaments, les observations effectuées lors des modélisations et expérimentations des VA ne permettront pas de prévoir l'ensemble des situations qui seront rencontrées lors de leur généralisation. Ainsi par exemple, le comportement des autres usagers de la voie publique en interaction avec des VA reste largement inconnu. De la même façon, les modalités d'usage des systèmes par leurs utilisateurs dépendront de nombreux facteurs : compétences et formation, confiance, acceptabilité, lassitude.

C'est pourquoi il est nécessaire de mettre en place un système de surveillance indépendant, universel et systématique pour accompagner l'avènement du véhicule autonome. Il s'agit d'un impératif de sécurité pour la société qui doit bénéficier du meilleur niveau de connaissance et de puissance statistique disponible (à l'image de ce qui se fait pour la pharmaco-surveillance). C'est aussi une nécessité pour les acteurs qui investissent dans le secteur et dont les défaillances doivent être mesurées à l'aune de tests statistiques valides, détachés des pressions psychologiques et des suspicions qui ne manquent pas de survenir lorsque les événements en questions sont spectaculaires ou malheureux.

Ce système de surveillance ne doit pas être confondu avec les données recueillies dans le cadre des mises en circulation expérimentales en cours et à venir. Ces dernières s'accompagnent de la collecte d'informations extensive à des fins d'optimisation, et, à terme, d'homologation (voir paragraphe 3.3). **La surveillance que le comité des experts appelle ici de ses vœux concerne l'ensemble des usagers de la voie publique, qu'ils soient occupants d'un véhicule autonome ou non.** C'est pourquoi elle peut utilement s'inscrire au sein du système existant utilisant les BAAC, qui seront alors complétés le cas échéant par les informations issues des enregistreurs de données d'accidents (EDR).

La mesure de l'impact de l'automatisation des véhicules sur la sécurité routière nécessite le recueil de deux types de données : celles concernant les variables liées à l'accident décrites au paragraphe 3.1 (utilisation des systèmes, paramètre de conduite...) et celles concernant les expositions (paragraphe 3.2), c'est-à-dire les temps de conduites avec utilisations effectives des systèmes. Seule la combinaison de ces deux informations permettra de mesurer et de comparer les risques car les variables liées à l'accident permettront de déterminer quels systèmes automatisés étaient activés lors de sa survenue mais ne permettront pas de comparer les risques en fonction de l'activation de tel ou tel système.

## **2.1. Identifier l'activation des systèmes automatisés dans les accidents**

Les variables recueillies dans les BAAC se sont enrichies et permettent aujourd'hui de décrire en détail les conditions de survenue d'un accident. Cependant, elles ne renseignent en rien sur l'utilisation et le bon fonctionnement des systèmes d'automatisation éventuellement disponibles dans les véhicules impliqués.

La France a déjà montré sa volonté de voir déployer les EDR dans tous les véhicules neufs et la commission européenne envisage d'introduire une obligation d'un EDR pour les véhicules légers.

Dans le cas du VA, ce type d'enregistreur est généralement désigné par le terme ADDR (autonomous driving data recorder). Une réglementation technique internationale au niveau CEE-ONU est en préparation pour rendre obligatoire et définir l'ADDR pour les systèmes de délégation de conduite niveau SAE3 et plus.



La solution nous semble résider dans la définition d'un standard d'enregistrement pour une partie de ces informations et sur l'installation obligatoire d'un système d'enregistrement en temps réel de ces données. Parmi les paramètres nécessaires on peut citer à titre d'exemple : la localisation GPS, les grandeurs de vitesse et d'accélération latérales et longitudinales, l'état d'activation et l'usage des systèmes d'assistance et de protection active et passive... Pour ce faire, on pourrait avantageusement s'inspirer du principe de standardisation américain sur les EDR (Federal Regulation 49CFR Part 563, 2012) et s'appuyer sur le déclenchement d'une sauvegarde des données sur le principe utilisé dans l'eCall (déclenchement automatique en cas de survenance d'accident), obligatoire en Europe dès avril 2018. L'encadrement juridique associé pourrait s'appuyer sur le pack de conformité de la CNIL « véhicules connectés et données personnelles » publié en 2017, notamment vis-à-vis des données recueillies et de la durée de mémorisation.

Il importera que les forces de l'ordre puissent disposer de systèmes d'information interopérables avec les futurs EDR afin d'accéder aux données et de pouvoir les transmettre via le BAAC.

Le programme de surveillance et d'évaluation ainsi mis en place doit être connecté au système d'information de l'ONISR, afin que l'ensemble des accidents enregistrés soient concernés. Ce système est d'une nécessité impérieuse face aux incertitudes posées par la diversité et la complexité des systèmes proposés par les constructeurs, par la nouveauté de la situation engendrée par l'avènement de l'autonomie du déplacement automobile et par les conséquences potentiellement majeures de santé publique qui peuvent en découler.

## **2.2. Mesurer l'exposition à l'usage des systèmes d'assistance et d'automatisation**

En sus du recensement des accidents, il est nécessaire de disposer des données d'exposition (répartition des durées et des fréquences d'activation des systèmes), afin de connaître les durées de leurs utilisations ainsi que leurs contextes d'usages (infrastructure, typologie de route...). Pour cela, un protocole de transmission d'informations échantillonnées provenant des flottes en circulation doit être établi afin de disposer d'une image statistiquement représentative de l'exposition générale des véhicules et de l'activation des systèmes.

Actuellement, ceci n'est fait que dans des études de données naturelles de conduite (véhicules de participants volontaires instrumentés pendant plusieurs mois) qui ne concernent pour l'instant que de petits échantillons non représentatifs de la population française.

Des fonctions d'agrégation des données de trajet et d'activation des systèmes doivent pour cela être ajoutées dans les EDR et transmises au programme de surveillance.

## **2.3. Exploiter les incidents récoltés lors des expérimentations**

En ce qui concerne les expérimentations, la mise en commun des données utiles pour satisfaire au devoir d'un programme de surveillance efficient se heurte à la nature propriétaire des incidents récoltés. La collecte de ces informations incombe aujourd'hui essentiellement aux constructeurs qui se chargent d'analyser les données en provenance de leurs véhicules. Ce système a deux défauts majeurs :

- 1) celui de reposer sur la seule initiative privée pour évaluer des dispositifs ayant des conséquences de santé publique et des impacts sur la santé des clients mais aussi des non-clients (autres conducteurs, autres usagers de la rue/route impliqués dans un accident),
- 2) celui de se passer de la puissance statistique disponible. Nombre de systèmes sont proches d'un constructeur à l'autre et l'analyse groupée des données au niveau national, ou mieux, européen, permettrait de gagner du temps, de l'argent et des vies.



Le comité des experts propose que les enquêteurs du BEA-TT, de l'ONISR et des autres organismes publics de recherches aient un accès à ces données afin de pouvoir réaliser des analyses détaillées.

Pour répondre de façon pertinente à ce besoin, les données consultables doivent permettre de comprendre notamment le comportement du véhicule et le fonctionnement du système automatisé. A minima, les données relatives à la cinématique et au positionnement du véhicule, celles précisant le niveau d'automatisation assuré par le système et celles associées à une reprise en main par le conducteur (en particulier le délai de ce transfert) doivent être connues. En pratique, l'enregistrement de ces données doit être enclenché automatiquement, sans qu'une action du conducteur ou du superviseur soit nécessaire, dès l'activation de la délégation de conduite, et suivant une fréquence de l'ordre du dixième de seconde.

### 3. Conséquences de l'avènement du véhicule autonome sur l'écosystème de la sécurité routière

Le véhicule autonome produira vraisemblablement des bouleversements dans tous les secteurs de la société, ce qui laisse envisager l'hypothèse d'une évolution radicale, semblable à celle du passage du cheval à la voiture à la fin du 19ème siècle. Si cette mutation portera sur des champs qui s'étendent bien au-delà de celui de la sécurité routière, une ambition majeure de l'automatisation est de rendre la conduite plus sûre que jamais. Mais nous connaissons une phase de transition longue et difficile, au cours de laquelle une proportion croissante de véhicules autonomes devra cohabiter et interagir avec des véhicules non autonomes, des deux-roues, des vélos, des piétons. Cette transition mettra progressivement en lumière des écueils que nous n'imaginons pas ou que nous imaginons mal. Les choix qui seront faits lors de cette période façonneront le paysage du déplacement terrestre du siècle prochain.

Nous traitons dans ce chapitre en quoi le modèle actuel de gestion du risque routier sera impacté.

#### 3.1. Conséquences sur l'accidentalité et l'accidentologie

*Un gain de santé publique mais une insécurité routière qui ne disparaîtra pas*

Si l'on peut espérer une baisse de l'accidentalité, elle ne devrait pas devenir nulle pour autant. Des accidents continueront d'être déplorés entre les véhicules à délégation de conduite et ceux qui ne le sont pas, ainsi qu'entre les véhicules automatisés et les usagers vulnérables (piétons, cyclistes, conducteurs de 2RM) dont le comportement ne sera pas toujours prévisible. Concernant les véhicules à délégation de conduite eux-mêmes, d'autres causes d'accidents feront leur apparition : défaillances techniques (électronique, logicielle, électrique, mécanique), piratages informatiques, mais aussi défaut de reprise en main du véhicule et vulnérabilité aux agressions extérieures. La technologie ne sera peut-être pas toujours utilisable, sur tout type de route et par tous les temps et elle pourra nécessiter un aménagement et une mise à niveau de l'infrastructure.

Le comportement des véhicules automatisés devra être compréhensible et prédictible par les usagers « humains », d'autant que la perception du risque d'accident par ces derniers pourrait être modifiée. C'est ainsi qu'une observation rapide de 91 accidents impliquant un véhicule autonome en Californie montre un nombre important de collisions arrières par les autres usagers ; ceci pourrait indiquer que la lisibilité du comportement du véhicule autonome par les usagers impliqués est un facteur prépondérant.

Le code de la route devra être modifié : la nécessité de maîtrise du véhicule par le conducteur devra être redéfinie ; certaines règles comme les limitations de vitesse devront prendre en compte le cas particulier

des véhicules à délégation de conduite. De plus, en situation d'urgence, la conformité des décisions prises par l'intelligence artificielle à l'environnement législatif et éthique devra être d'une part définie a priori, et d'autre part contrôlée a posteriori.

#### *Forces de l'ordre*

Le travail des policiers et des gendarmes connaîtra également des évolutions : c'est ainsi que durant la phase de cohabitation de véhicules autonomes et non autonomes, certains conducteurs auront le droit de téléphoner ou de lire le journal, d'autres non. Les forces de l'ordre devront pouvoir identifier les différents types de véhicules et/ou le mode de conduite adopté. Réciproquement, comment un véhicule autonome communiquera-t-il et reconnaîtra-t-il les véhicules de police ou d'urgence afin de leur laisser la priorité ? La généralisation des véhicules autonomes devrait globalement entraîner une baisse importante des infractions, par exemple liées aux excès de vitesse ou au mauvais stationnement.

#### *Faire évoluer la réglementation*

Le véhicule autonome nécessite le développement de nouvelles réglementations, processus d'autorisations et de certifications. C'est ainsi que devront être définies des limites légales de vitesse, si nécessaire, en fonction des catégories et usages pertinents. Il faudra également pouvoir faire face à la mise à disposition de dispositifs artisanaux ou proposés par des entreprises (comme l'entreprise Californienne comma.ia) qui développent des systèmes à base de smartphones adaptables sur une large gamme de véhicules.

Actuellement, une partie des fonctions d'automatisation en relation avec les cas d'usage précédemment décrits sont testées en conditions de circulation réelle dans un cadre expérimental défini par l'administration. Dans une perspective future de déploiement et de généralisation, les véhicules, quel que soit leur niveau d'automatisation, devront répondre aux critères de mise en circulation sur la voie publique et satisfaire aux diverses normes en vigueur relatives aux différents types de véhicules (véhicules légers, véhicules utilitaires et poids lourds) et devront intégrer des règles de sécurité, de fiabilité, de sûreté et de protection des données. C'est ainsi que pour les navettes qui ont vocation à transporter du public, il est envisagé la création d'une nouvelle catégorie de véhicule appelée « navette urbaine » dont les principales caractéristiques seront de transporter entre 9 et 14 passagers debout sans excéder la vitesse de 50 km/h. Dans ce cas, les règles de mise en circulation notamment pour la sécurité des personnes transportées ainsi que leur accessibilité s'inspireront de celles définies pour les véhicules de transport en commun. Les autres types de navettes devront satisfaire aux réglementations de mise en circulation de l'actuelle catégorie des minibus. Enfin, des réflexions sont en cours quant à l'opportunité de signaler sans ambiguïté aux autres usagers et aux forces de l'ordre, le fait que le véhicule est en situation de conduite autonome. Cette réflexion est essentielle pour la sécurité des interactions entre usagers sur la voie publique.

#### *Education routière*

Le continuum éducatif de la sécurité routière devra intégrer ces évolutions. Pour l'Éducation Nationale, il faudra préparer l'accès à l'automatisation lors des séances d'éducation routière. Pour les inspecteurs du permis de conduire et les auto écoles, il conviendra d'introduire de nouvelles formations, obligatoires pour

conduire aux troisième et quatrième niveaux (entraînement à la reprise de contrôle). Il faudra développer des évaluations des niveaux de conduite sécuritaire atteints par les conducteurs (satisfaire aux exigences du niveau 3 n'entraîne pas forcément la maîtrise du niveau 4). Les entreprises feront face à un besoin important de formation et d'évaluation des conducteurs de leur flotte, afin de développer les compétences de « conduite » des véhicules autonomes, de contrôler la perte de compétences traditionnelles, la cohabitation avec les véhicules non autonomes, les problèmes spécifiques de leurs employés âgés, etc.

#### *Surveillance épidémiologique et recherche*

Comme évoqué au chapitre précédent, les pouvoirs publics devront se doter d'un outil de surveillance de l'accidentalité routière intégrant les spécificités des véhicules autonomes. Le point crucial reste la possibilité de disposer d'une information systématique sur la mise en œuvre des systèmes d'assistances à la conduite, lors des accidents mais également pour un échantillon de trajets. La communauté des chercheurs en sécurité routière devra intégrer ces problématiques et renforcer son expertise sur des thématiques parfois éloignées des compétences disponibles (par exemple la question de la sécurité informatique est une discipline encore peu maîtrisée par les accidentologues).

### **3.2. Conséquences sur la gestion économique du risque accidentel**

La baisse escomptée des accidents de la route en lien avec l'erreur humaine impactera le modèle économique du transport individuel. Les constructeurs automobiles d'abord, qui verront la responsabilité en cas d'accident leur incomber de manière croissante et les sociétés d'assurance qui seront sollicitées par ces constructeurs qui verront parallèlement la part et/ou le volume des contrats pour les particuliers diminuer.

#### *Pour les industries et les métiers de l'automobile et de la route*

Pour les constructeurs, l'enjeu est de taille puisque l'automatisation signifie le glissement de la responsabilité du conducteur vers celle du constructeur. La maîtrise du risque devient alors pour cette industrie un prérequis et les conséquences financières de ces nouvelles responsabilités doivent trouver leur contrepartie assurancielle. La question de la responsabilité est au cœur de la problématique du véhicule autonome et des arbitrages et codes de conduite devront être formulés pour permettre le traitement juridique des contentieux qui surviendront. Ils concerneront les usagers et les constructeurs, mais aussi les responsables de l'infrastructure et de l'entretien des voiries, et plus généralement l'ensemble des acteurs impliqués dans la conception et l'exploitation de ces véhicules (sous-traitants, fournisseurs d'accès internet et opérateurs mobile). La vente d'automobiles devra par ailleurs être accompagnée d'une information voire d'une formation au maniement de ces nouveaux véhicules, aux exigences de sécurité, notamment liées à la reprise en main. De nouveaux manuels devront être créés.

#### *Pour les aménageurs*

Les entreprises de travaux publics qui construisent les infrastructures routières devront évoluer également. La question de déterminer qui de l'infrastructure ou du véhicule autonome doit s'adapter à l'autre reste aujourd'hui débattue. La qualité de la signalisation horizontale est vitale pour les véhicules autonomes, et

la neige ou les travaux peuvent la dégrader. De la même façon, l'infrastructure pourrait être mise à contribution pour la transmission de données (les interdictions ou limitations provisoires lors de travaux). Inversement, les travaux conduits aujourd'hui sur l'intelligence artificielle embarquée et sur les capteurs cherchent à parvenir à moyen terme à une perception de l'environnement proche ou dépassant celle de l'humain, réduisant les prérequis environnementaux (visibilité, météo, tracé, terrain, signalisation) et permettant d'envisager une autonomie quelles que soient les conditions météos et le type de route. Cependant, rien ne permet aujourd'hui de dire si cet objectif sera atteint ou non et cette incertitude reste une des inconnues importantes pour la généralisation du véhicule autonome.

#### *Pour les assureurs*

Pour les assurances, l'impact sera important. L'imputabilité des accidents aux systèmes d'assistance et de délégation de conduite devra être déterminée avec certitude, nécessitant un enregistrement continu de l'état d'activation des systèmes. La question de la responsabilité du conducteur restera difficile, en particulier pour juger de la pertinence et de la qualité des reprises de contrôle. La question de la protection des intérêts des particuliers face à ceux des industriels devra aussi être assurée dans un souci d'équité. Les positions actuelles des acteurs européens sur ces questions laissent augurer d'un travail d'harmonisation difficile mais nécessaire au sein d'un marché automobile par essence international.

Le modèle économique de l'assurance sera donc amené à changer dans un contexte de réduction des accidents, de nouvelles répartitions des responsabilités, mais aussi de l'impact peut-être plus important d'une forme de délinquance liée au piratage.

#### *Pour les usagers*

Le coût de l'accès au transport individuel augmentera vraisemblablement de manière importante, ce qui engendrera une plus grande hétérogénéité du parc automobile et du trafic. Cette charge supplémentaire dans le budget des ménages pourra inciter certains à des modes de déplacements plus vulnérables (deux-roues motorisés).

### **3.3. Conséquences sur la mobilité**

Le véhicule autonome constitue une opportunité pour une part des usagers de la route dont les capacités ne permettent pas aujourd'hui une conduite en sécurité. C'est le cas des personnes âgées, dont la part dans la population est en forte croissance et le restera dans les prochaines décennies, c'est le cas aussi des personnes malades ou handicapées, ou de celles qui nécessitent un traitement entraînant des diminutions des facultés cognitives (médicaments psychotropes). C'est enfin le cas des enfants pour lesquels l'usage d'un véhicule autonome sans accompagnement pourrait être à terme envisagé.

Ces espoirs étant évoqués, il convient de souligner que les inégalités d'accès au véhicule autonome seront, au moins au début, nombreuses : inégalités sociales, d'âge, géographiques.

Le logement et les styles de vie seront sans doute affectés, les gens pourront habiter plus loin de leur lieu de travail car le trajet sera moins fatigant. Cela aura pour conséquences une augmentation des kilomètres parcourus et donc de la congestion automobile, des consommations de carburants plus élevées et des niveaux de pollution accrus. Ces trajets plus longs et plus nombreux auront des conséquences sur la sécurité des riverains et des usagers non motorisés. Les pollutions environnementales afférentes seront quant à elles réduites par le passage probable et vraisemblablement nécessaire à la voiture électrique.

### *Une perte de liberté*

La sécurisation des déplacements se fera au détriment d'une surveillance accrue, avec une possible réduction des libertés : l'ensemble des données collectées par le véhicule pendant le trajet pourrait être utilisé par des tiers ou des institutions (pouvoir politique, police, juridictions). Ces données pourraient faire également l'objet d'un commerce.

## 4. Références

[IWG ITS/AD 2017] (Informal Working Group on Intelligent Transport Systems / Automated Driving), 2017, « *Proposal for the Definitions of Automated Driving under WP.29 and the General Principles for developing a UN Regulation on automated vehicles* », ECE/TRANS/WP.29/2017/145, , 173<sup>rd</sup> session, Geneva, 14 – 17 November 2017, Economic Commission for Europe

<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2017/wp29/ECE-TRANS-WP29-2017-145e.pdf>

[MTES 2018] « DÉVELOPPEMENT DES VÉHICULES AUTONOMES : Orientations stratégiques pour l'action publique », rapport ministériel de la transition écologique et solidaire, Mai 2018, <https://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/vehicules-autonomes>

[NFI 2014] « *La nouvelle France industrielle : Présentation des feuilles de route des 34 plans de la nouvelle France industrielle* », Ministère de l'économie, France

<https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/nouvelle-france-industrielle-sept-2014.pdf>

[NFI 2015] « *Objectifs de recherche Nouvelle France Industrielle : Véhicule Autonome* », Comité de Pilotage Nouvelle France Industrielle – Véhicule Autonome, 16/04/2015,

[https://pole-moveo.org/wp-content/uploads/2015/07/Objectifs\\_de\\_recherche-Veh\\_Auton\\_V1.2.pdf](https://pole-moveo.org/wp-content/uploads/2015/07/Objectifs_de_recherche-Veh_Auton_V1.2.pdf)

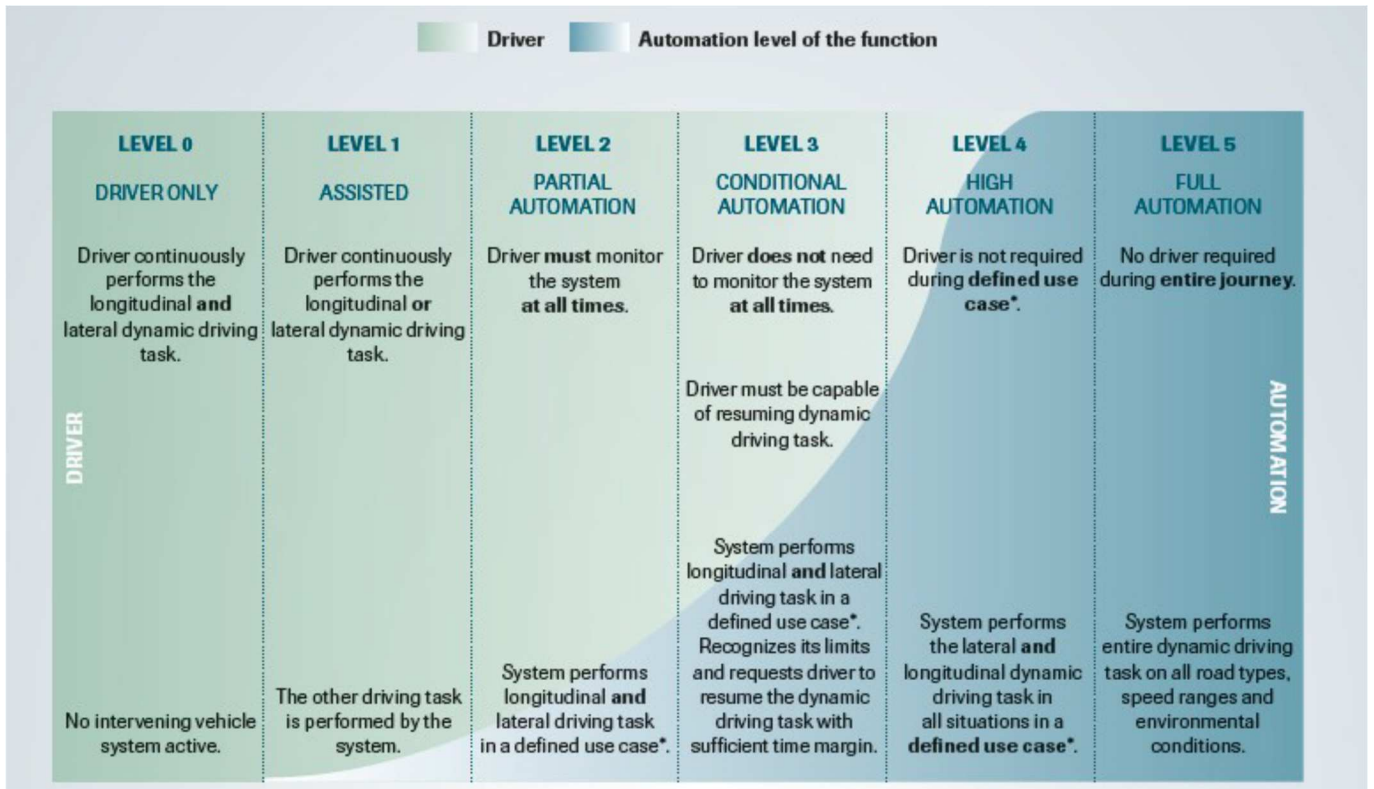
[NFI 2016] « *Nouvelle France Industrielle : Construire l'industrie française du futur* », Ministère de l'économie, France

<https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/dp-indus-futur-2016.pdf>

[SAE, 2014] Standard, S. A. E. (2014), SAE-J3016, « *Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems* », 4, 593-598.

[OECD/ITF 2018] « *Safer Roads with Automated vehicles* », Corporate Partnership Board Report, International Transport Forum at the OECD, <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safer-roads-automated-vehicles.pdf>

## Annexe A : Définitions des niveaux en France



Extrait de la Stratégie Nationale de développement du véhicule autonome [MTES 2018].

**Annexe B : Extraits des travaux de l'ONU sur le véhicule autonome (WP29) novembre 2017**

	<i>Object and Event Detection and Response (OEDR) by the driver The driver may not perform secondary activities</i>		<i>Object and Event Detection and Response (OEDR) by the system The driver may perform secondary activities</i>		
	<i>Monitor by Driver</i>	<i>Monitor by Driver (a)</i>	<i>Monitor by Driver (b)</i>	<i>Monitor by System (Return to Driver Control on System Request)</i>	<i>Monitor by System Full Time under defined use case</i>
<b>Ref. SAE Level (J3016)</b>	1	2	3	4	5
<b>Outline of Classification</b>	System takes care of longitudinal or lateral control. Monitoring by the driver.	The system takes care of both longitudinal and lateral control. Monitoring by driver necessary because the system is not able to detect all the situations in the ODD. The driver shall be able to intervene at any time.	The system is able to cope with all dynamic driving tasks within its Operational Design Domain (ODD) or will otherwise transition to the driver offering sufficient lead time (driver is fallback). The system drives and monitors (specific to the ODD) the environment. The system detects system limits and issues a transition demand if these are reached.	The system is able to cope with any situations in the ODD (fallback included). The driver is not necessarily needed during the specific use-case, e. g. Valet Parking/ Campus Shuttle. The system may however request a takeover if the ODD boundaries are reached (e.g. motorway exit).	The system is able to cope with any situations on all road types, speed ranges and environmental conditions. No driver necessary.



<p><b>Ref. SAE Level</b></p>	<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>4</p>	<p>5</p>
<p><b>Vehicle Tasks</b></p>	<p>1. Execute either longitudinal (acceleration/braking) or lateral (steering) dynamic driving tasks when activated. The system is not able to detect all the situations in the ODD. 2. System deactivated immediately at the request of the driver.</p>	<p>1. Execute longitudinal (accelerating, braking) and lateral (steering) dynamic driving tasks when activated. The system is not able to detect all situations in the ODDs. 2. System deactivated immediately upon request by the human driver.</p>	<p>1. Execute longitudinal (accelerating/braking) and lateral (steering) portions of the dynamic driving task when activated. Shall monitor the driving environment for operational decisions when activated. 2. Permit activation only under conditions for which it was designed. System deactivated immediately at the request of the driver. However the system may momentarily delay deactivation when immediate human takeover could compromise safety.</p>	<p>1. Execute longitudinal (accelerating/braking) and lateral (steering) portions of the dynamic driving task when activated. Shall monitor the driving environment for any decisions happening in the ODD (for example Emergency vehicles). 2 Permit activation only under conditions for which it was designed. System deactivated immediately at the request of the driver. However the system may momentarily delay deactivation when immediate human takeover could compromise safety.</p>	<p>1. Monitor the driving environment. 2. Execute longitudinal (accelerating/braking) and lateral (steering). 3. Execute the OEDR tasks of the dynamic driving task- human controls are not required in an extreme scenario. 4. System will transfer the vehicle to a minimal risk condition.</p>

		5. Emergency braking measures must be accomplished by the system and not expected from the driver (due to secondary activities).	5. Emergency braking measures must be accomplished by the system and not expected from the driver (due to secondary activities).
--	--	--	--

Ref. SAE Level	1	2	3	4	5
<b>Driver Tasks</b>	<p>1. Determine when activation or deactivation of assistance system is appropriate.</p> <p>2. Monitor the driving environment. Execute either longitudinal (acceleration/braking) or lateral (steering) dynamic driving task.</p> <p>3. Supervise the dynamic driving task executed by driver assistance system and intervening immediately when required by the environment and the system (warnings).</p>	<p>1. Determine when activation or deactivation of the system is appropriate.</p> <p>2. Execute the OEDR by monitoring the driving environment and responding if necessary (e.g. emergency vehicles coming).</p> <p>3. Constantly supervise the dynamic driving task executed by the system. Although the driver may be disengaged from the physical aspects of driving, he/she must be fully engaged mentally with the driving task and shall immediately intervene when required by the environment or by the system (no transition demand by the system, just warning in case of misuse or failure).</p>	<p>1. Determine when activation or deactivation of the automated driving system is appropriate.</p> <p>2. Does not need to execute the longitudinal, lateral driving tasks and monitoring of the environment for operational decisions in the ODD.</p> <p>3. Shall remain sufficiently vigilant as to acknowledge the transition demand and, acknowledge vehicle warnings, mechanical failure or emergency vehicles (increase lead time compared to level 2).</p>	<p>1. Determine when activation/deactivation of the automated driving system is appropriate.</p> <p>2. Does not need to execute the longitudinal, lateral driving tasks and monitoring of the environment in the ODD.</p> <p>3. May be asked to take over upon request within lead time. However the system does not require the driver to provide fallback performance under the ODD.</p>	<p>1. Activate and deactivate the automated driving system.</p> <p>2. Does not need to execute the longitudinal, lateral driving tasks and monitoring of the environment during the whole trip.</p> <p>3. Determine waypoints and destinations .</p>

	<p>4. The driver shall not perform secondary activities which will hamper him in intervening immediately when required.</p>	<p>4. The driver shall not perform secondary activities which will hamper him in intervening immediately when required.</p>	<p>4. May turn his attention away from the complete dynamic driving task in the ODD but can only perform secondary activities with appropriate reaction times. It would be beneficial if the vehicle displays were used for the secondary activities.</p>	<p>4. May perform a wide variety of secondary activities in the ODD.</p>	<p>4. May perform a wide variety of secondary activities during the whole trip.</p>
--	---	---	---	--	---