

# RAPPORT SUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE 2023

La technologie et l'humain



## Accidents

Le potentiel de prévention des accidents devrait absolument être encore mieux exploité

## Facteur humain

La complexité des systèmes doit pouvoir être maîtrisée dans toutes les situations de circulation

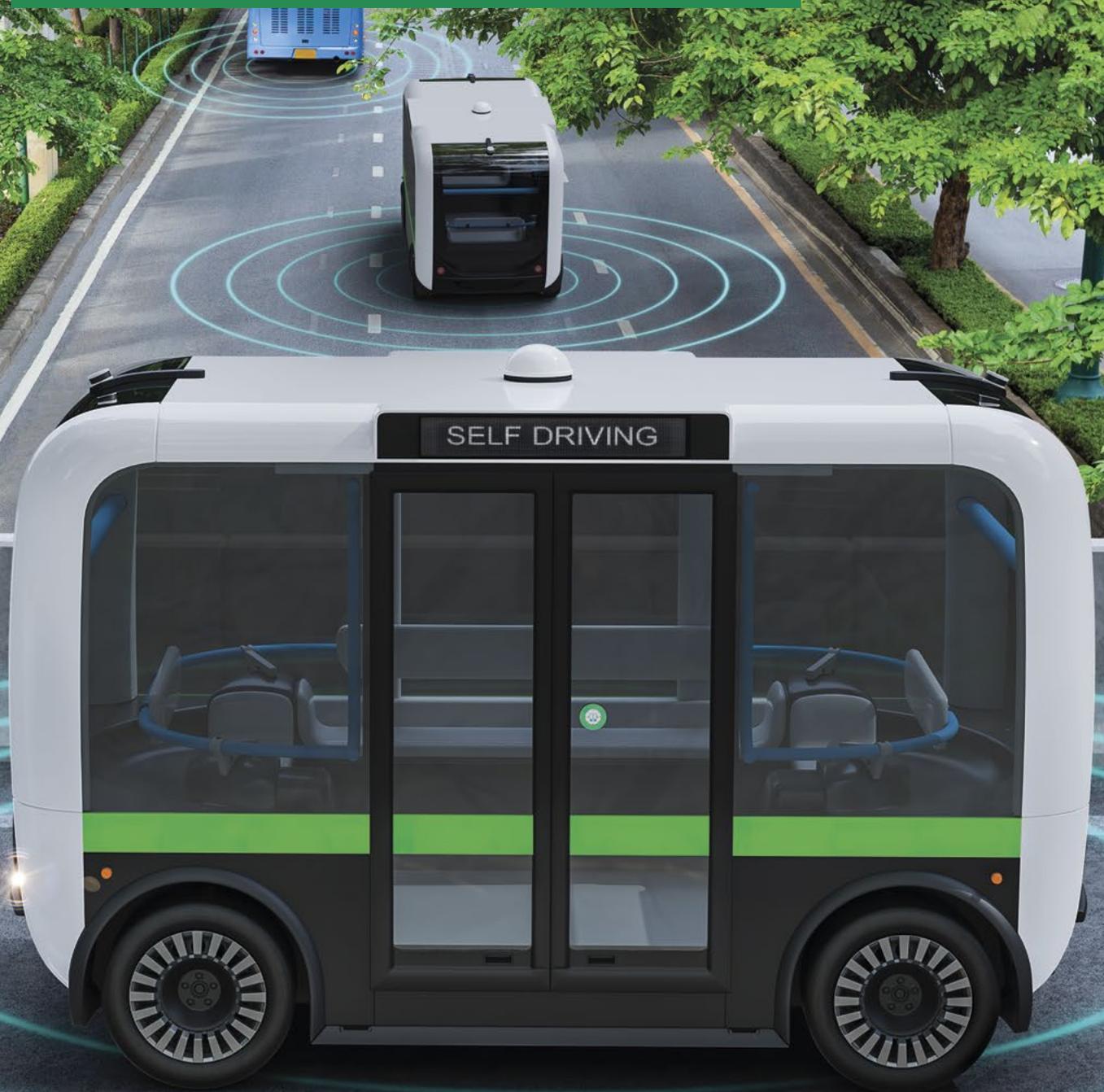
## Technologie

Les concepts de commande modernes ne doivent pas être une source de distraction supplémentaire



# Notre objectif : Assurer le plus haut niveau de **sécurité** à tous.

La conduite automatisée et connectée est l'avenir de la mobilité. Dans ses centres d'essai ultramodernes et à la pointe de la technologie, DEKRA propose un savoir-faire et des opportunités uniques pour atteindre une sécurité maximale. Pour que mobilité rime avec sécurité. [dekra.com/automated-and-connected-driving](https://www.dekra.com/automated-and-connected-driving)





## Exploiter activement les potentiels de la conduite automatisée

**Jann Fehlauer**

Gérant de DEKRA Automobil GmbH

**Après des chiffres historiquement bas en 2020, en grande partie dus à la COVID-19, le nombre des morts sur la route augmente à nouveau dans de nombreux pays.** Ainsi, dans l'Union Européenne (UE), en 2020, 18 800 personnes en tout ont perdu la vie sur la route, en 2021 il y a eu 19 900 tués et en 2022 environ 22 600. Cela correspond à peu près de nouveau à la situation de 2019. Il ne fait aucun doute que l'évolution à long terme est positive. Cependant, pour atteindre ces objectifs ambitieux, à savoir diviser par deux le nombre de décès sur les routes de l'UE d'ici 2030 et les supprimer dans la mesure du possible à partir de 2050, il reste beaucoup à faire. C'est pourquoi, dans l'esprit de la « Vision Zero », qui est également poursuivie à l'échelle internationale, toutes les parties prenantes sont plus que jamais appelées à continuer à exploiter les potentiels d'amélioration de la sécurité routière existants.

La technologie, notamment les systèmes de conduite automatisée et connectée, joue là un rôle important. En effet, plus de 90 % des accidents sont dus à des erreurs humaines. Équiper les véhicules de systèmes d'aide à la conduite appropriés et leur permettre de communiquer entre eux ou avec l'infrastructure permet de détecter à temps des situations dangereuses et d'éviter des accidents ou, du moins, d'en atténuer les conséquences. Cependant, les systèmes d'aide ne dégagent pas les conducteurs de leur responsabilité. En fin de compte, les êtres humains sont toujours responsables.

Le rapport sur la sécurité routière DEKRA de cette année montre une fois encore en détail à quel point sur la route la technologie et l'être humain sont liés. Pour rappel : nous avons déjà consacré un rapport sur cette corrélation en 2012. Ainsi, par exemple, il faut toujours s'assurer que la technologie, aussi utile soit-elle, ne

devienne pas pour le conducteur une source de distraction, voire de stress. Une condition essentielle pour l'utilisation de systèmes d'aide est donc qu'ils soient facilement compréhensibles pour tous les utilisateurs. Leur utilisation ne doit pas être à l'origine de nouveaux risques ou dangers qui remettraient en cause les succès obtenus en matière de sécurité routière. Une étude forsa commandée par DEKRA ainsi qu'une étude effectuée par DEKRA avec des volontaires, dont les résultats sont présentés de manière plus détaillée dans ce rapport, montrent que ce risque est bien réel.

Un autre aspect important : chaque fois que des systèmes de conduite assistée et automatisée sont intégrés dans des véhicules, il faut garantir au mieux qu'ils fonctionnent de manière fiable pendant toute la durée de vie du véhicule, au même titre que les mécanismes de sécurité. En effet, seule une telle garantie leur permet également de déployer leurs effets escomptés. Par conséquent, le contrôle périodique des véhicules, tel qu'il existe déjà depuis des années dans de nombreux pays du monde, jouera un rôle encore plus important à l'avenir qu'aujourd'hui, du fait également de la complexité croissante des systèmes et du danger que présentent les manipulations électroniques.

Le rapport DEKRA sur la sécurité routière 2023 met en lumière de nombreux points problématiques dans le domaine de l'interface humain-machine du point de vue de la recherche sur les accidents, de la psychologie de la circulation, de la technologie des véhicules, de la configuration de l'infrastructure et de la législation. Je me réjouis tout particulièrement que nous ayons à nouveau pu convaincre des experts de renommée nationale et internationale de nous livrer leur témoignage sur leurs expériences et mesures respectives. Cela complète notre propre expertise et souligne une fois de plus la grande importance de notre rapport dans les milieux spécialisés. Je vous souhaite une agréable lecture.



## La technologie des véhicules au service de l'humain

**Nicolas Bouvier**

Responsable de la région Sud-Ouest Europe

Vice-Président Exécutif groupe DEKRA

**La base d'une société et d'une économie hautement développées comme les nôtres repose sur une mobilité optimale.** Or, cette mobilité est soumise à des mutations constantes donnant sans cesse naissance à de nouvelles exigences, notamment environnementales et techniques.

Comme DEKRA l'a démontré à plusieurs reprises dans de précédents rapports, les nouvelles technologies ont leur rôle à jouer en matière de sécurité routière. À cet égard, les progrès constants en matière de numérisation des systèmes d'entraînement des véhicules et les équipements de commande associés jouent un rôle décisif.

Compte tenu d'une circulation de plus en plus mixte et dense sur nos routes, les systèmes d'aide à la conduite, qui font depuis des années partie de l'équipement standard des automobiles modernes, recèlent un fort potentiel. Cette conduite connectée et automatisée doit rendre la conduite plus facile, plus confortable et, surtout, plus sûre.

Les systèmes d'aide technologiques doivent soutenir les automobilistes en leur fournissant des informations ou en les avertissant en cas de danger et permettre de compenser jusqu'à un certain point les éventuelles insuffisances et défaillances humaines dans des situations critiques, où la technique réagit mieux et plus rapidement que l'homme. Il est incontestable que ces systèmes permettent d'éviter des accidents ou, du moins, d'en réduire les conséquences. Mais il ne faut pas oublier que le degré d'automatisation toujours plus élevé accroît sans cesse la complexité

de ces systèmes et que la technique ne reste peut-être que partiellement maîtrisable pour l'être humain.

Selon un récent sondage\*, ces systèmes innovants sont favorablement perçus par les français. Parmi les outils existants dans un véhicule moderne, l'assistance au freinage d'urgence (59%), les caméras de recul (55%) et le régulateur de vitesse (50%) sont jugés les plus utiles par au moins la moitié des français.

Néanmoins, certains outils, qui permettent une meilleure maîtrise du véhicule et la prise en compte des dangers proches, demeurent peu utilisés par les français tels que l'assistance au freinage d'urgence (12%), les détecteurs d'angles morts (12%), de collision (11%) et l'aide au maintien dans les voies (10%).

Pour contrer cette défaillance, l'utilisation des systèmes d'aide à la conduite et des fonctions de conduite automatisées doit être enseignée durant les périodes d'apprentissage, et donc devrait faire partie intégrante de l'examen du permis de conduire.

Quelle que soit la vitesse à laquelle les niveaux d'automatisation s'imposeront chez l'ensemble des usagers de la route, pendant les décennies à venir, ils nous placent également face à de nouveaux défis qu'il nous faut relever, notamment la protection de la cybersécurité et la garantie que les véhicules hautement automatisés fonctionneront en toute sécurité dans un trafic mixte entre véhicules conventionnels et automatisés.

Nous avons besoin d'une organisation intelligente pour notre mobilité, où le progrès technique doit servir l'humain et lui permettre de rendre la route plus sûre.

\*Sondage Opinionway diligenté par DEKRA Automotive effectué les 7 et 8 septembre 2022 sur un échantillon de 1042 personnes, représentatif de la population française âgée de 18 ans et plus, constitué selon la méthode des quotas, au regard des critères de sexe, d'âge, de catégorie socioprofessionnelle, de catégorie d'agglomération et de région de résidence.

## 06 Introduction

### L'être humain en corrélation avec la technologie

La numérisation et l'automatisation sont également de plus en plus présentes dans le domaine de la mobilité. Les termes « conduite hautement automatisée » ou « conduite autonome » sont dans toutes les bouches et considérés comme la solution idéale supposée de problèmes de circulation fondamentaux.



## 14 Accidents

### Exploiter encore mieux le potentiel de prévention des accidents

Distraction, épuisement, stress : la liste des causes fréquentes d'accidents de la circulation est encore longue. Ou pour faire court : il est question ici du facteur humain.

## 26 Exemples d'accidents

### Quelques exemples d'accidents frappants en détail

Sélection de huit accidents

## 34 Facteur humain

### Stress et distraction dus à une utilisation trop compliquée ?

Afin de compenser dans une certaine mesure les erreurs humaines et les comportements inappropriés au volant d'un véhicule motorisé, depuis des années l'industrie automobile mise de plus en plus sur des systèmes d'aide à la conduite capables de détecter des situations de trafic à temps, de mettre en garde contre des dangers éventuels et d'intervenir activement si nécessaire.

## 52 Technologie

### Détecter les dangers à temps et intervenir

En matière de sécurité routière, le potentiel des systèmes passifs est déjà largement exploité. En revanche, les systèmes d'aide à la conduite recèlent encore de nombreuses possibilités inexploitées d'éviter les accidents ou d'en atténuer les conséquences.



## 68 Infrastructures

### Numérisé, interconnecté... et conforme aux règles

La conduite automatisée s'accompagne d'une série de défis d'ordre réglementaire et structurel qu'il convient de relever rapidement.

## 80 Conclusion

### La technologie au service de l'être humain

Lors de la mise en valeur de l'ensemble du potentiel de sécurité grâce à l'évolution numérique, il est important de tenir compte de tout le système de mobilité et de la dynamique d'impact mutuelle.

## 82 Interlocuteurs

### Des questions ?

Interlocuteurs, prestations, mentions légales et références bibliographiques

Dans le rapport DEKRA sur la sécurité routière, lorsque l'on parle d'« usagers de la route », de « piétons », de « cyclistes », etc., seule la forme masculine est utilisée pour une meilleure lisibilité. Sauf indication contraire explicite, il est toujours fait référence à tous les genres. Sauf indication contraire explicite, les « vélos » et les « cyclistes » incluent toujours les pédélecs (jusqu'à 25 km/h) et les conducteurs de pédélecs.



[dekra-roadsafety.com](https://www.dekra-roadsafety.com)

# L'être humain en corrélation avec la technologie

On retrouve la numérisation et l'automatisation dans presque tous les domaines de la vie et celles-ci sont également de plus en plus présentes dans le domaine de la mobilité. Les termes « conduite hautement automatisée » ou « conduite autonome » sont dans toutes les bouches et considérés comme la solution idéale supposée de problèmes de circulation fondamentaux. Les défis qui y sont liés et la place que l'être humain y occupe seront présentés en détail dans ce rapport.

« Nous avons foncé sans que personne ne tienne le volant, avons pris des virages à toute vitesse, évité d'autres voitures tout aussi sophistiquées, personne n'a klaxonné. [...] À la place du volant, j'ai trouvé une plaque en métal dans laquelle le plan de la ville était gravé très finement et clairement. Au-dessus une ai-

guille pointue. Je l'avais à peine un peu déplacée que la voiture a démarré et parcouru à toute vitesse des rues que je ne connaissais pas encore. Elle s'est arrêtée tout aussi soudainement. [...] Le plus beau, c'était que la voiture évitait d'autres véhicules, s'arrêtait brusquement devant des carrefours animés, laissait passer d'autres voitures et se comportait comme si elle avait appris par cœur toutes les règles du code de la route possibles et imaginables. »

Ceux qui lisent aujourd'hui ces lignes tirées du roman de science-fiction « Utopolis » de Werner Illings, paru en 1930, ont du mal à croire dans quelle mesure l'écrivain allemand a déjà à l'époque anticipé ce à quoi les constructeurs automobiles travaillent aujourd'hui sous haute pression. D'autant plus que dans la suite de son roman, concernant le fonctionnement technique des « voitures mystérieusement autoguidées », il aborde aussi déjà le thème de la connectivité : à l'avant de chaque voiture, il y a « un petit œil de prisme » qui agit sur des cellules électriques photosensibles et communique avec des yeux électriques encastrés « de manière à peine visible dans les murs des maisons ». « Ces yeux mécaniques régulent les vitesses et la direction grâce à des reflets de miroir changeants. »

## Jalons historiques vers plus de mobilité et de sécurité

1900

1910

1920

### 1902

- Le Britannique Frederick W. Lancaster invente le frein à disque, pour lequel il dépose une demande de brevet.
- L'inventeur allemand Otto Schulze conçoit le tachymètre à courant de Foucault pour véhicules routiers.

### 1911

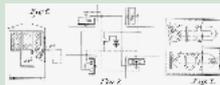
- Invention du marquage des chaussées pour séparer les voies, qui sert aujourd'hui de base aux systèmes d'alerte de franchissement de ligne

### 1914

- Le médecin Eric Gardner fabrique avec de la gomme-laque et de la toile le premier casque pour motocyclistes.

### 1917

- Aux USA, la première signalisation automatique est brevetée et c'est à Detroit que le premier feu de régulation de la circulation est placé à un carrefour.



### 1920

- Les ingénieurs du service radio aérien sur le terrain d'essai de l'armée de l'air américaine McCook situé à Dayton, Ohio, présentent au public la première automobile sans conducteur et télécommandée par radio.
- Installation du premier feu tricolore en Europe à Paris

### 1921

- La Duesenberg Model A est le premier véhicule avec une installation de freinage hydraulique.



### 1925

- L'Association allemande de surveillance des véhicules à moteur (Deutscher Kraftfahrzeug-Überwachungsverein e.V.) est créée à Berlin (ancêtre de DEKRA).

### 1931

- La Société des Nations à Genève vote la « Convention sur l'unification de la signalisation routière ».

### 1933

- Construction du premier feu pour piétons en Europe à Copenhague.



### 1934

- Invention du réflecteur de route (œil-de-chat) par le Britannique Percy Shaw.

### 1935

- Introduction de la fourche télescopique pour les motos de BMW (la construction la plus fréquente à ce jour)

### 1938

- Au mois de mai, la revue américaine « Popular Science » évoque pour la première fois le transport automatique du futur.

## L'Europe sur le chemin de l'avenir

**Kristian Schmidt**

Coordinateur européen  
pour la sécurité routière



Le cadre politique de l'UE pour la sécurité routière entre 2020 et 2030 reflète les grands changements dans le secteur des transports. Il expose la manière dont la politique et la pratique doivent être adaptées pour relever des défis et saisir des chances comme des modèles de mobilité en mutation, la connectivité et l'automatisation. Entre-temps, il est clair que les progrès sont trop lents et qu'il faut faire plus pour atteindre l'objectif d'une réduction de moitié du nombre de morts sur les routes d'ici 2030. Le règlement sur la sécurité générale des véhicules définit les caractéristiques de sécurité dont des véhicules doivent être équipés pour que leur vente soit autorisée dans l'UE. Depuis juillet 2022, les exigences les plus récentes, qui prévoient l'équipement en série avec les technologies de sécurité les plus modernes et qui créent le cadre légal pour l'autorisation de véhicules automatisés sont en vigueur. D'ici 2029, d'autres mesures seront progressivement mises en place.

93 ans après, avec la numérisation croissante de la circulation routière, la société est probablement au seuil de la plus grande révolution en matière de mobilité depuis l'invention de l'automobile. Les logiciels et l'électronique assument ici de plus en plus de tâches et font de la voiture une machine de haute technologie roulante. Entre-temps, tous les producteurs de masse renommés rendent possible la conduite assistée et partiellement automatisée. Dans les années à venir, le nombre de véhicules équipés de fonctions de conduite automatisée va nettement augmenter.

Les prescriptions techniques de la Commission européenne se concentrent sur les véhicules automatisés qui remplacent le conducteur sur les autoroutes, ainsi que sur les véhicules entièrement autonomes comme les navettes urbaines ou les robotaxis. Nous exigeons un degré élevé de sécurité et de maturité avant que le véhicule entièrement automatisé soit commercialisé sur le marché de l'UE. Les prescriptions englobent des procédures de contrôle, des exigences en matière de cybersécurité et d'enregistrement des données ainsi que la surveillance des performances de sécurité et les exigences relatives au signalement d'incidents par les constructeurs.

La Commission ne veut pas freiner l'innovation, mais garantir qu'il n'y a que des technologies sûres sur les routes européennes. Notre objectif est de garantir le maximum de sécurité et un processus de régulation uniforme. La création du premier cadre légal de l'UE pour les véhicules automatisés et entièrement automatisés renforce également la compétitivité globale des constructeurs automobiles de l'UE.

Les systèmes de conduite automatisés changent la donne pour la mobilité. Ils concernent toute la chaîne des véhicules et de la mobilité, y compris l'aptitude à la circulation, le permis de conduire, l'assurance et l'adoption. La conduite connectée et automatisée a un gros potentiel pour rendre la mobilité plus sûre et plus accessible, et nous travaillons intensivement pour lui donner le cadre légal adaptée.

Cependant, nous devons également faire face à de nouveaux défis, notamment la garantie de la cybersécurité ainsi que du fonctionnement sûr de véhicules hautement automatisés en trafic mixte. Nous devons garantir que les véhicules automatisés sont sûrs avant de les laisser rouler sur les routes d'Europe. En cas d'échec de l'homologation, toute la technologie pourrait être discréditée.

1930

1940

1950

1960

### 1946

- Le fabricant de pneus français Michelin fait breveter son premier pneumatique à carcasse radiale, qui est présenté en 1949 sous le nom de marque Michelin-X.



### 1951

- Le Hongrois Béla Barényi dépose une demande de brevet pour son concept d'« habitacle de forme stable avec des zones de déformation programmée devant et derrière ».



- Introduction du contrôle technique pour les véhicules à moteur en Allemagne.
- Walter Linderer dépose une demande de brevet pour un airbag.



### 1956

- La réglementation allemande relative à l'homologation pour la circulation routière prévoit pour la première fois une « expertise technique d'aptitude à la conduite ». À partir de 1960, le terme « examen médico-psychologique » est utilisé.



### 1959



- Nils Ivar Bolin, ingénieur chez Volvo, dépose une demande de brevet pour la ceinture de sécurité à trois points d'ancrage.
- Mercedes-Benz lance la Mercedes 220 S/SE, la première voiture dotée d'un habitacle de sécurité.

### 1947

- Dans le cadre du « projet de décélération » qu'il dirige, le colonel John Paul Stapp effectue au centre de test de Muroc dans le désert de Mojave aux USA de premiers tests sur lui-même, au cours desquels il est soumis à plusieurs reprises à des décélération jusqu'à la limite de ses capacités sur un traîneau de fusée.

- En coopération avec l'Indiana State Police, les chercheurs en accidentologie réunis autour de l'ingénieur Hugh de Haven aux USA commencent à effectuer des enquêtes approfondies sur les accidents automobiles.

### 1956

- Sur l'exposition internationale de la police à Essen, l'entreprise Telefunken présente le premier appareil destiné au contrôle de vitesse.

### 1960

- Des cabines pour conducteurs sécurisées certifiées pour les camions arrivent sur le marché en Suède.
- Mise en place des services de secours coordonnés en Allemagne

## Une ouverture de principe envers les nouvelles technologies

Mais quelle est l'attitude en Allemagne face à la conduite automatisée ? Comment les automobilistes se comporteraient-ils en présence de véhicules équipés en conséquence ? Avez-vous fondamentalement confiance dans la sécurité de fonctions de conduite automatisées ou dans les systèmes d'aide à la conduite ? Y-a-t-il actuellement des problèmes d'utilisation de fonctions et systèmes techniques ? Et des fonctions et systèmes standardisés dans les véhicules seraient-ils souhaitables ? Pour répondre à ces questions, l'institut de sondage forsa a effectué une enquête représentative au nom de DEKRA. Plus de 1 500 habitants germanophones

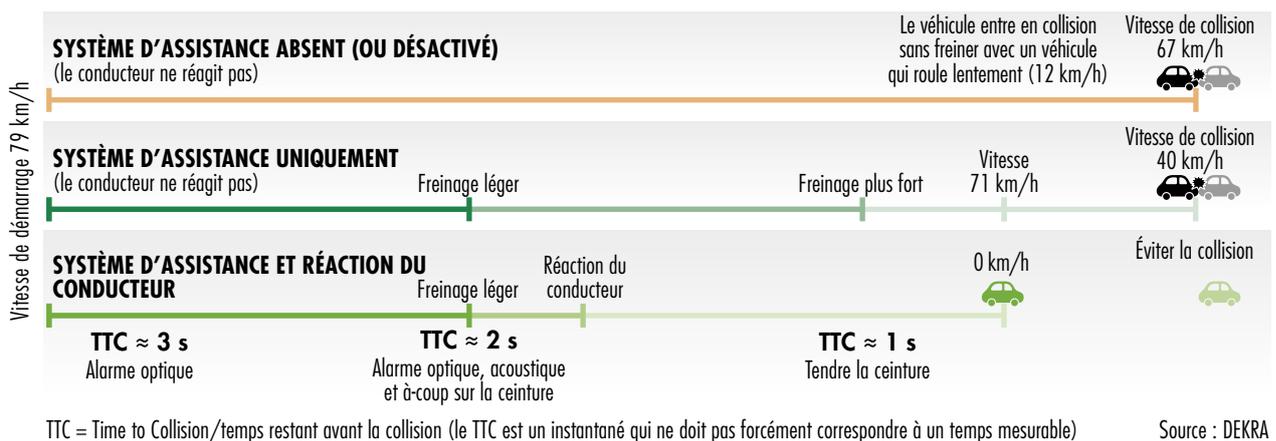
âgés d'au moins 18 ans et sélectionnés selon un procédé systématique aléatoire ont participé au sondage en octobre 2022.

Concernant leur propre comportement face à des véhicules entièrement automatisés, 60 % des personnes interrogées ont déclaré qu'elles feraient preuve de plus de prudence face à un véhicule entièrement automatisé que face à un véhicule conduit par une personne, et ce, qu'elles soient elles-mêmes en voiture, à vélo ou à pied. 36 % feraient preuve de la même prudence face à un tel véhicule que face à un véhicule conduit par une personne. Le scepticisme envers des véhicules entièrement automatisés augmente avec l'âge des personnes interrogées, chez les femmes la prudence est plus grande que chez les hommes.

7

### Efficacité des systèmes d'aide à la conduite

Le graphique montre l'utilité d'informer d'un conflit la personne apparemment distraite au volant. Le premier objectif est de remettre cette personne dans le circuit et de déclencher des actions afin d'éviter une collision. De plus, les ralentissements amorcés ont pour effet de réduire la vitesse de collision ou, dans l'idéal, d'éviter la collision. Même si le système montré ici n'est certes plus construit comme ça, des véhicules qui en sont dotés sont toujours en circulation. Chaque constructeur décide des moments (ici : Time to Collision (temps restant avant la collision) = 1 s, 2 s et 3 s) et des types d'intervention (alarme optique ou acoustique, freinage léger, freinage plus fort).



1965

1970

#### 1963

- Béla Barényi dépose une demande brevet pour « l'arbre de direction de sécurité pour véhicules » qu'il a mis au point.



#### 1964

- Luigi Locati présente un tableau de la sécurité des véhicules automobiles qui distingue pour la première fois la sécurité active et la sécurité passive.

#### 1966

- Premier système antiblo-cage mécanique (ABS) dans la Jensen FF avec l'ABS Maxaret de Dunlop.
- Le président américain Lyndon B. Johnson signe le National Traffic and Motor Vehicle Safety Act et le Highway Safety Act.

#### 1968

- Signature à Vienne des conventions internationales sur la circulation routière et la signalisation routière.
- Le département des Transports des États-Unis (DOT) lance un programme de conception de véhicules expérimentaux de sécurité et initie la « Conférence technique internationale sur la sécurité accrue des véhicules » (ESV). Cette conférence se tient actuellement tous les deux ans.



#### 1969

- Première moto avec frein avant à disque hydraulique (Honda CB 750 Four)

#### 1970

- En tant que pendant européen du programme américain ESV, le Comité européen pour l'amélioration de la sécurité des véhicules (European Enhanced Vehicle-Safety Committee, EEVC) est créé ; il se consacre à des recherches axées sur la réglementation. À titre d'exemple, l'EEVC a ainsi conçu des méthodes d'essai destinées à la protection des passagers en cas de collision frontale et latérale, ainsi que des essais de composants afin de protéger les piétons.

#### 1971

- Daimler-Benz AG dépose une demande de brevet pour un airbag conducteur pratique.
- Première conférence internationale d'échange de résultats de recherche sur le développement, la construction et l'essai de véhicules de sécurité expérimentaux (Experimental Safety Vehicles ESV)
- Les premiers phares principaux avec une ampoule à doubles filaments (H4) pour feux de croisement et feux de route sont montés sur des véhicules.



## Obligation de signalement dans l'UE pour les accidents qui impliquent des systèmes de conduite assistée et automatisée

**Antonio Avenoso**

Directeur du Conseil européen pour la sécurité des transports (ETSC)



L'an dernier, l'agence fédérale des États-Unis chargée de la sécurité routière, la NHTSA, a publié pour la première fois des données relatives à des accidents ayant impliqué des véhicules équipés de systèmes d'aide à la conduite (ADAS) modernes. Dans les dix mois suivant l'entrée en vigueur de l'obligation de signalement, environ 400 incidents ont été signalés. Quels sont ces chiffres pour l'Europe, dont le marché est de taille comparable ? Ils sont totalement inconnus.

Il n'existe pas d'équivalent à la NHTSA avec une compétence pour toute l'UE. Un véhicule homologué dans un État membre peut être vendu dans toute l'UE. Ainsi, un véhicule homologué aux Pays-Bas par l'autorité chargée de la réception (RDW), par exemple une Tesla, peut être vendu dans n'importe quel pays de l'UE. Le nouveau système d'aide à la conduite automatisé de niveau 3 de Mercedes pour la plage de vitesse basse a été homologué par l'Autorité fédérale allemande du transport motorisé (Kraftfahrt-Bundesamt) pour le marché allemand. Le KBA sera très probablement aussi à l'origine de l'homologation du système Mercedes à l'échelle de l'UE.

Que peuvent faire les consommateurs s'ils constatent un problème avec un système d'aide à la conduite ? Aux USA, les défaillances peuvent, entre autres, également être signalées à la NHTSA par des particuliers via un formulaire Web facilement accessible. Dans l'UE également, il est théoriquement possible de signaler à

tout moment des défaillances de véhicules à une autorité nationale. Mais il n'est pas si facile de trouver pour le pays respectif le site Internet sur lequel un tel signalement peut être facilement fait. Avez-vous entendu parler de « freinages fantômes » de véhicules Tesla l'an dernier ? Si oui, c'est dû aux signalements faits à la NHTSA aux USA. Ce problème se pose-t-il également en Europe ? Il faut avoir de la chance pour le découvrir.

Les rappels sont certes signalés à une base de données centrale de l'UE, mais les rapports qui y sont publiés ne contiennent aucune information sur le nombre d'incidents signalés ou d'éventuels blessés suite à une défaillance. Même s'il est vrai que l'UE a globalement de l'avance sur les USA en matière de normes de sécurité des véhicules, ce n'est pas vraiment le cas pour ce qui est de la transparence concernant des défaillances ou des problèmes potentiels avec les fonctions ADAS. Pourtant, il y a également des accidents de ce type dans l'UE. Dans un

rapport du Conseil néerlandais de recherche pour la sécurité (OVV) publié en 2019, plusieurs collisions impliquant des systèmes d'aide à la conduite ont été étudiées. Que se passe-t-il à l'échelle de l'UE ? Rien.

Le signalement et l'étude d'accidents prennent de plus en plus d'importance, étant donné que quelques tâches de conduite sont désormais prises en charge par des ordinateurs. Si un code informatique ou des capteurs sont à l'origine d'un problème qui a contribué à un accident, nous devons le savoir pour pouvoir éviter des problèmes dans le futur. C'est pourquoi le Conseil européen pour la sécurité des transports (ETSC) demande une obligation de signalement des accidents qui impliquent des systèmes de conduite assistée et automatisée pour toute l'UE, ainsi qu'une autorité centrale pour la saisie des données correspondantes, la surveillance d'études détaillées des accidents et le contrôle de l'introduction sûre de nouvelles technologies pour la conduite assistée et automatisée.

1975

### 1973

- L'Office fédéral allemand des routes (BASf) lance à la Faculté de médecine de Hanovre le projet « Constatations sur les lieux des accidents » (ancêtre du projet GIDAS « German In-Depth Accident Study »).

### 1978

- À partir d'octobre, les véhicules Mercedes-Benz sont équipés en série du système antiblocage ABS. Le premier modèle avec ABS est la classe S (W116).

### 1979

- Un groupe de travail scientifique des universités d'Aix-la-Chapelle, de Berlin, de Stuttgart et de Darmstadt commence à réaliser la voiture de recherche UNI-CAR. Le véhicule est doté d'une « Sofiface » qui couvre tout l'avant et maintient les charges pour un piéton heurté en deçà des valeurs limites biomécaniques encore supportables jusqu'à une vitesse de collision de 45 km/h.
- Premier ABS électronique (classe S de Mercedes-Benz et BMW série 7)



1980

- Premiers systèmes anti-plongée hydrauliques sur différentes motos de Kawasaki et Garelli, peu de temps après également en série chez Suzuki et Yamaha

### 1980

- Dans les années 80, General Motors équipe plusieurs de ses automobiles destinées au marché américain d'un affichage tête haute en noir et blanc.

### 1981

- À partir de juillet, Mercedes-Benz propose pour la première un véhicule équipé en série d'un airbag dans la classe S.

### 1985

- Moto de sécurité HUK Verband



### 1986

- Dans le cadre du projet de recherche PROMETHEUS d'EUREKA (PROGRAMME for a European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety), les possibilités de la conduite automatisée sont étudiées pour la première fois.

1985

### 1987

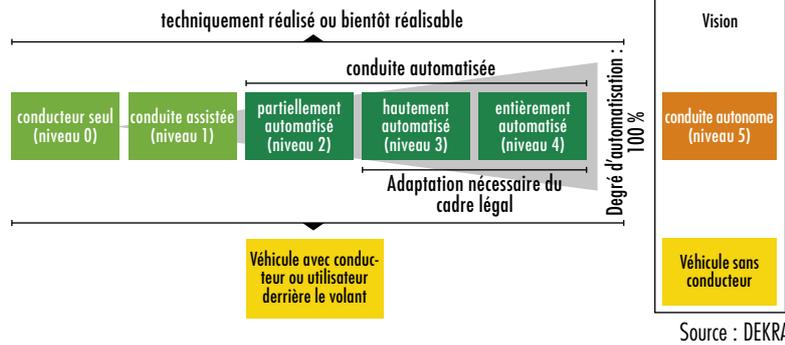
- Premier système antipatinage (ASR) dans la classe S de Mercedes-Benz



### 1988

- Avec la K100, BMW présente la première moto équipée en série d'un système ABS.
- Création du Groupe international sur les données de sécurité routière et leur analyse (IRTAD)

## Classification de l'automatisation des véhicules



Source : DEKRA

Concernant les systèmes d'aide à la conduite déjà montés dans les voitures modernes, tels que l'aide au freinage d'urgence, l'alerte de franchissement de ligne ou le régulateur de vitesse adaptatif, la confiance, avec 68 %, est relativement prononcée. 25 % ne font cependant plutôt pas confiance et 5 % pas du tout confiance à ces systèmes. Environ la moitié des personnes interrogées a indiqué ne pas faire de différences entre différents constructeurs automobiles pour ce qui est de leur confiance dans la sécurité des fonctions de conduite automatisées. Pour 87 % de ceux qui font plus confiance à certains constructeurs automobiles qu'à d'autres sur ce point, la marque du véhicule joue un (très) grand rôle. Pour 78 %, le pays de construction est également un aspect important, pour 55 %, le prix du véhicule est également un facteur essentiel.

### Les niveaux d'automatisation

Derrière l'évolution technologique de la conduite manuelle à la conduite entièrement automatisée se cache un processus complexe et long lié à des innovations dans de nombreux domaines techniques différents. La Society of Automotive Engineers (SAE) divise ce processus en six niveaux. Le niveau 0 décrit la conduite classique, conventionnelle. Le conducteur conduit le véhicule, des systèmes supplémentaires aident à traiter les informations du conducteur grâce à des aides à l'orientation (systèmes de navigation avec affichage de l'itinéraire) ou à des avertissements (par exemple, système de surveillance de l'angle mort ou aide acoustique au stationnement). Le niveau

*D'un point de vue purement technique, il est d'ores et déjà possible de mettre en œuvre la conduite automatisée jusqu'au niveau 4. Toutefois, il est urgent d'adapter le cadre légal en conséquence.*

1 décrit la conduite assistée : dans certaines situations, les systèmes d'aide à la conduite se chargent de différentes composantes de la conduite. La régulation de la vitesse et de la distance ou bien l'aide au stationnement active qui, telle un voirie numérique, gère complètement la voiture sur une place de stationnement, en font par exemple partie. Lors de la conduite partiellement automatisée au niveau 2, sous certaines conditions définies, le véhicule reste sur sa voie et freine ou accélère de façon autonome.

La conduite hautement automatisée de niveau 3 permet au conducteur de détourner provisoirement son attention de la conduite et de la circulation. Le véhicule roule de manière autonome dans la zone d'application définie par le constructeur, mais la personne qui est au volant est tenue de prendre rapidement le contrôle à la demande du système. Dès ce niveau, le conducteur a un rôle hybride, où il passe de la fonction classique de conducteur à celle d'utilisateur lorsque la voiture roule en

mode automatisé. Le système Drive Pilot de Mercedes-Benz est un exemple actuel d'automatisation de niveau 3. Le 2 décembre 2021, l'Autorité fédérale allemande du transport motorisé (Kraftfahrtbundesamt) a été la première dans le monde à homologuer ce système automatique de maintien sur la voie. Son utilisation dans la classe S de Mercedes Benz est actuellement encore limitée aux routes assimilées à des autoroutes jusqu'à une vitesse de 60 km/h et autorisée uniquement lorsqu'il fait jour, que la visibilité est bonne et que les températures sont positives. La personne qui est au volant doit être prête à tout moment à reprendre la conduite du véhicule après une demande de reprise correspondante.

Au niveau 4 suivant, la conduite entièrement automatisée, le conducteur délègue toutes les fonctions de conduite au véhicule et devient donc passager. Le véhicule effectue de nombreux trajets de manière autonome, et après avoir donné le contrôle au véhicule, le conducteur peut également se détourner

1990

1995

2000

#### 1990

- Sur une BMW de la série 7, un éclairage au xénon est proposé pour la première fois dans une voiture grâce à des ampoules à décharge gazeuse (Bosch), dans un premier temps uniquement pour les feux de croisement.

#### 1992

- Mise en place du « contrôle technique » en France. Les véhicules neufs doivent être présentés au bout de quatre ans, ensuite tous les deux ans.



- Contrôle de traction pour motos (Honda Pan European)

#### 1994

- Pour la première fois, un système de navigation est monté en série (BMW de la série 7).



#### 1995

- Les entreprises Robert Bosch GmbH et Mercedes-Benz introduisent un système d'aide à la conduite qui repose sur le freinage en lançant leur système de régulation du comportement dynamique, ESP.
- En Suède, la « Vision Zero » est appliquée pour la première fois à la circulation routière.

#### 1996

- Première moto avec système de freinage combiné associé à un système antiblocage et au contrôle de traction (Honda ST 1100)



#### 1997

- Euro NCAP publie pour la première fois des résultats de tests de chocs et effectue par ailleurs des évaluations portant sur la protection des piétons qui incluent spécifiquement les enfants.



#### 1998

- Première voiture allemande équipée d'un régulateur de vitesse adaptatif (classe S de Mercedes-Benz).

#### 1999

- Lancement sur le marché par l'entreprise Krone du Safeliner, un semi-remorque développé par Karl-Heinz Schimmelpfennig avec protection efficace et totale contre l'encastrement.

#### 2000

- Avec son scooter C1, BMW lance le premier deux-roues au monde qui protège son conducteur par sa structure enveloppante (technique du châssis tubulaire en aluminium) et sa ceinture de sécurité en cas d'accident. Par conséquent, le port d'un casque n'est pas obligatoire pour rouler avec le modèle C1.

#### 2001

- La Corvette de Chevrolet bénéficie pour la première fois d'un affichage tête haute multicolore.
- Des feux de route xénon dans ledit phare bi-xénon sont utilisés pour la première fois dans la Mercedes CL. La même source lumineuse est utilisée pour les feux de croisement et les feux de route.
- Premier véhicule de série équipé d'une alerte de franchissement de ligne (Nissan Cima).

#### 2002

- Mercedes introduit le système préventif de protection des passagers PRE-SAFE dans la classe S.

## Vision Zero signifie : l'être humain et la technologie pensent ensemble

**Manfred Wirsch**

Président du Conseil allemand de la sécurité routière (DVR)



On considère que les développements technologiques peuvent favoriser le progrès sociétal et réduire, voire empêcher, les erreurs humaines. L'aide à la conduite et l'automatisation peuvent faire progresser efficacement la Vision Zero. Mais nous ne pouvons pas le supposer de manière générale : pour pouvoir tenir leur promesse et soutenir les êtres humains de manière fiable sur les routes, avant leur lancement les nouvelles technologies doivent être parfaitement contrôlées et remises en question de manière critique.

Dans plus de 90 % des cas, l'erreur humaine est la cause la plus fréquente d'accidents avec dommages corporels. Les systèmes d'aide à la conduite comme l'aide au freinage d'urgence, le régulateur de vitesse adaptatif, l'alerte de franchissement de ligne, l'avertisseur de fatigue ou le système intelligent d'adaptation de la vitesse permettent d'éviter de nombreux accidents de la circulation. Ceux qui ont déjà vécu l'expérience de la façon dont un camion, équipé d'une aide au freinage, est freiné jusqu'à l'arrêt par la fonction d'aide savent clairement l'énorme avantage que cette technologie représente : personne ne peut réagir aussi vite et réaliser une distance de freinage aussi courte.

De même, des degrés d'automatisation plus élevés, où la conduite est de plus en plus confiée à des machines et où l'être humain doit surveiller le système et n'intervenir que dans certaines conditions, présentent un risque structurel considérable. En effet, avoir une vue d'ensemble d'une circulation complexe sans conduire et reprendre rapidement le volant sollicite particulièrement les utilisateurs et peut également représenter un stress.

C'est pourquoi le Conseil allemand de la sécurité routière (Deutsche Verkehrssicherheitsrat, DVR) exige que tous les aspects de la psychologie de la circulation en lien avec les exigences relatives à la conduite de véhicules automatisés soient pris en compte. Cela concerne surtout la configuration de l'interface humain-machine ainsi que des aspects de la qualification de l'utilisateur comme la formation de conduite, l'examen, la formation continue et les instructions. Ainsi, le DVR s'engage notamment en faveur de l'équipement obligatoire des véhicules d'auto-école avec certains systèmes d'aide à la conduite afin que les conducteurs et conductrices débutants aient au moins connaissance de leur existence et apprennent à connaître leur potentiel en matière d'évitement d'accidents.

Bien qu'environ 1 % seulement des accidents avec dommages corporels soient dus à des vices techniques ou à des déficits de maintenance, il faut tenir compte du fait que les véhicules ne restent pas longtemps neufs et que les systèmes d'aide à la conduite, capteurs compris, deviennent progressivement sensibles aux défaillances. Dans le contexte d'une surveillance moderne des véhicules, il faut donc également que l'être humain n'ait pas une confiance aveugle dans l'assistance intelligente, mais s'assure toujours de la fiabilité en faisant preuve d'esprit critique.

2005

2010

### 2003

- BMW est le premier constructeur européen à commercialiser l'affichage tête haute pour ses séries 5 et 6.
- Le 17 novembre, le Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne promulguent la directive 2003/102/CE relative à la protection des piétons et autres usagers vulnérables de la route. D'après ce texte, plusieurs essais de collision au niveau de plusieurs composants de l'avant d'une voiture de tourisme doivent permettre de prouver que certaines valeurs limites biomécaniques ne sont pas dépassées. Depuis octobre 2005, les types de véhicule nouvellement certifiés doivent passer de tels essais avec succès.
- Homologation du rail inférieur de glissière de sécurité « Euskirchen ». Il offre une meilleure protection élevée aux motocyclistes qui les percutent. C'est sur cette base que DEKRA a développé « Euskirchen Plus » pour le compte de l'Office fédéral allemand des routes. Il améliore encore la protection en cas de collision, également pour les passagers de voitures à des vitesses élevées.

### 2004

- La Commission européenne lance la « charte européenne de la sécurité routière ». L'objectif déclaré est de diminuer par deux le nombre de tués sur la route par rapport à l'année 2001 d'ici 2010.



### 2006

- Premier véhicule de série équipé d'un capot moteur actif pour protéger les piétons (Jaguar XK)
- Daimler présente le « Safety Truck » avec régulateur de vitesse adaptatif, alerte de franchissement de ligne, contrôle de la stabilité (dans les virages) et aide au freinage d'urgence (ABA).
- Airbag pour moto (Honda Gold Wing)

### 2007

- Les États-Unis accueillent la première édition du DARPA Urban Challenge, une compétition internationale pour véhicules sans pilote dans un environnement urbain.

### 2009

- Les nouveaux véhicules utilitaires immatriculés dans l'UE doivent être dotés de marquages de contour rétro réfléchissants.
- Premier système ABS avec contrôle électronique de la force de freinage (Honda CBR 600/1000)

### 2010

- Directives relatives à la politique de sécurité routière de l'UE 2011-2020

### 2011

- L'installation de systèmes électroniques de contrôle de la stabilité (EVSC = Electronic Vehicle Stability Control), appelés ESP ou ESC, devient obligatoire dans l'UE pour tous les nouveaux véhicules routiers (de la voiture de tourisme aux autobus en passant par les poids lourds et leurs remorques) à partir du 1<sup>er</sup> novembre 2014 et pour ceux qui ont obtenu une nouvelle homologation dès le 1<sup>er</sup> novembre 2011.
- Les Nations unies proclament la « décennie d'action pour la sécurité routière » 2011-2020.
- À partir de février, les feux diurnes deviennent obligatoires dans l'UE pour toutes les voitures et tous les camions neufs.

### 2012

- Volvo lance le premier airbag piéton dans son modèle V40.
- Depuis 2012, des feux diurnes spéciaux sont également obligatoires dans l'UE pour les nouveaux types de camions (N2/3) mis sur le marché.

# La sécurité pendant la phase de transformation de l'automobile

**Richard Damm**

Président de l'Autorité fédérale allemande du transport motorisé (KBA) et du groupe de travail de la CEE-ONU des véhicules automatisés, autonomes et connectés (WP.29/GRVA)



L'automatisation de nos véhicules évolue à un rythme accru pendant la transformation en cours du secteur automobile, et a lieu d'un point de vue centré sur l'utilisateur. La mission proprement dite, à savoir conduire, ne sera à l'avenir plus exclusivement au centre de l'attention, car de nouveaux systèmes permettent au conducteur de se consacrer à d'autres activités qui ne sont pas liées à la conduite.

La sécurité des systèmes utilisés, qui se chargent de conduire sous différentes formes en tant qu'assistants ou de manière automatisée, joue là un rôle essentiel. Ces derniers doivent en premier lieu servir à assurer la sécurité, car la sécurité sur la route doit toujours être prioritaire pour tous les responsables. Les objectifs correspondants ont été clairement formulés pour les décennies à venir, tant à l'échelle nationale qu'à l'échelle européenne. Ce n'est qu'à cette condition que d'autres cas de figure ou scénarios d'utilité, résultant de l'automatisation croissante, peuvent s'y ajou-

ter. En fin de compte, qu'il s'agisse d'un système d'assistance (niveau 2), d'un système hautement automatisé (niveau 3) ou d'un système entièrement automatisé (niveau 4) n'est pas décisif. La confiance dans la technologie est directement liée à la sécurité.

Le développement de l'automobile des débuts jusqu'à aujourd'hui montre que la sécurité et les nouvelles technologies ne s'excluent pas mutuellement. Entre-temps, les systèmes d'assistance moderne qui soutiennent la conduite sont présents dans de nombreux véhicules neufs et continueront à compléter le catalogue des équipements obligatoires dans les années à venir. Le centrage des véhicules sur les logiciels permet de bénéficier de « Functions on Demand » (fonctions à la demande) qui n'étaient auparavant pas des cas d'application en raison du travail que cela nécessitait et du manque de possibilités. Ces fonctions mettent à la disposition des utilisateurs des offres qui doivent satisfaire aux besoins et exigences individuels. Dans ce contexte, la mobilité individuelle continuera à jouer un rôle central dans le futur. Le nombre de véhicules immatriculés en Allemagne ne cesse d'augmenter, atteignant le chiffre d'environ 48,8 millions pour les voitures de tourisme en 2022.

On constate d'autant plus que toute la technologie automobile se trouve dans un processus de mutation global et sera à l'avenir liée de manière généralisée et indissociable aux aspects de la durabilité et de l'automatisation. Il faudrait plus que jamais donner une chance aux nouvelles technologies et aux innovations, étant donné que les possibilités sont énormes, par exemple concernant de nouvelles offres de mobilité, et que l'utilité qui en résulte peut également l'être, notamment pour la sécurité routière. Et ce, à condition que toutes les parties prenantes prennent leurs responsabilités.

2015

2020

## 2013

- Les systèmes d'alerte de franchissement de ligne (LDWS = Lane Departure Warning Systems) et des systèmes avancés d'assistance au freinage d'urgence (AEBS = Advanced Emergency Braking Systems) sont obligatoires dans l'UE pour les nouveaux camions et autobus, dans un premier temps seulement pour les véhicules utilitaires (VU) à freins pneumatiques avec un poids total autorisé > 8 t par essieu arrière à suspension pneumatique ; à partir du 1<sup>er</sup> novembre 2016 pour tous les nouveaux VU et à partir du 1<sup>er</sup> novembre 2018 pour tous les nouveaux VU avec PTR > 3,5 t.

## 2014

- En mai, le groupe Internet Google présente le prototype d'une voiture autonome.



- À partir de novembre, l'ESP est obligatoire pour toutes les voitures neuves.
- Daimler AG présente le camion du futur « Mercedes-Benz Future Truck 2025 ». Avec l'aide du système intelligent « Highway Pilot », le camion peut rouler automatiquement à une vitesse pouvant atteindre 85 km/h sur autoroute.



## 2015

- À partir du mois de septembre, une partie de l'autoroute allemande A9 se transforme en tronçon d'essai officiel pour une conduite automatisée et connectée.
- Depuis le 1<sup>er</sup> novembre, les poids lourds neufs (PTAC supérieur à 3,5 t) immatriculés dans l'UE et les bus d'une capacité supérieure à huit places assises (hors conducteur) disposent d'un système de freinage d'urgence par anticipation (= AEBS Advanced Emergency Braking System,) et d'une alerte de franchissement de ligne (Lane Departure Warning System). Les véhicules nouvellement homologués sont déjà soumis à une telle obligation d'équipement depuis le 1<sup>er</sup> novembre 2013.

## 2017

- Le 21 juin, la loi sur la conduite automatisée entre en vigueur en Allemagne. Les systèmes automatisés (niveau 3) ont le droit de se charger de la conduite sous certaines conditions.

## 2018

- Avec le paquet « Europe en mouvement », l'UE se fixe pour objectif de diviser par deux le nombre de tués et de blessés graves sur les routes européennes entre 2021 et 2030.

## 2019

- Promulgation du règlement (UE) 2019/2144 (« Règlement sur la sécurité générale des véhicules ») : une plus grande sécurité des usagers de la route vulnérables ainsi que l'utilisation de systèmes d'aide à la conduite sont progressivement intégrées aux dispositions relatives à la réception par type.

## 2020

- Le 28 juillet, la « loi sur la conduite autonome » entre en vigueur en Allemagne. Elle permet à des véhicules motorisés autonomes (niveau 4) de circuler sur la voie publique en mode normal dans des zones d'exploitation définies.
- Les Nations unies proclament la « deuxième décennie d'action pour la sécurité routière 2021-2030.

## 2022

- À partir du 6 juillet 2022, tous les nouveaux modèles de véhicules dans l'UE doivent être dotés d'un système intelligent d'adaptation de la vitesse (Intelligent Speed Assistance), d'un avertisseur de fatigue, d'une aide au freinage d'urgence, d'une alerte de franchissement de ligne d'urgence et d'un dispositif de contrôle de la pression des pneumatiques (à partir de juillet 2024 tous les véhicules neufs).

de la conduite. Le système doit être capable de détecter à temps les limites. Cela lui permettra d'atteindre de manière autonome et conforme aux règles un état sûr excluant des événements dommageables en garantissant le véhicule sur le bord de la route ou sur une bande d'arrêt d'urgence. Les passagers ne devraient normalement plus pouvoir être rendus responsables des infractions ou dommages survenus en mode entièrement automatique. La conduite d'un véhicule au niveau 4 va nettement plus loin qu'au niveau 3 et ne comprend plus que quelques critères d'exclusion concrètement définis.

Au niveau le plus élevé, le niveau autonome, donc la conduite sans conducteur (niveau 5), il n'y a plus aucune restriction. Il n'y a plus que des passagers qui ne conduisent pas du tout, tandis qu'aux niveaux 3 et 4 les utilisateurs du véhicule ne sont que temporairement exemptés de conduire. Au niveau 5, les passagers n'ont jamais besoin de conduire, des trajets sans passagers sont également possibles et la technologie de la voiture gère toutes les situations de circulation de sa propre initiative. L'utilisateur décide de la destination et peut ensuite se laisser « conduire ». Il devient un véritable passager comme dans le train ou l'avion. À ce niveau, la personne au volant est entièrement « out of the loop » (hors circuit) et ne fait plus partie du circuit humain-machine.

## Complexité de conduite automatisée

Ledit domaine opérationnel de conception (Operational Design Domain/ODD), entre autres, montre les défis liés à la conduite automatisée à partir du niveau 3 que les constructeurs et les programmeurs doivent relever. Le domaine opérationnel de conception défini par le fabricant devrait au minimum englober des paramètres relatifs aux aspects que sont les précipitations, l'heure de la journée, la visibilité, les marquages des voies, le pays et les dépendances envers la technologie V2X. Une série d'aspects liés à la sécurité revêtent par ailleurs une importance essentielle pour un système de conduite automatisée. La conduite sûre dans le respect des règles de circulation, l'interaction sûre avec l'utilisateur sous forme de messages d'état, la maîtrise de situations critiques pour la sécurité, le support d'un état de fonctionnement sûr (par exemple en informant de travaux de maintenance imminents) et la gestion de défaillances dues à des erreurs du système ou à un accès non autorisé au système en font partie.

Par ailleurs, le système doit pouvoir traiter différents scénarios. Plus exactement des scénarios nominaux (par exemple, l'adaptation de la vitesse et de la distance par rapport au véhicule précédent), des scénarios critiques (par exemple, si un autre véhicule plus lent se range et freine devant votre véhicule) ainsi que des scénarios d'erreurs, par exemple en cas de capteurs défectueux. D'autres critères de définition importants sont, entre autres, le type d'utilisation ou d'intervention dans le système et la position de l'utilisateur pendant la conduite. Le système doit également savoir combien et quels types d'autres usagers de la route se trouvent autour du véhicule, et comment ils se déplacent pour pouvoir réagir en conséquence.

Le fait est qu'à mesure que le niveau augmente, de plus en plus de tâches de conduite sont prises en charge par le système technique. Parallèlement, la part des tâches de l'être humain pendant la conduite diminue. Aux trois premiers niveaux (niveaux 0 à 2), les assistants et les systèmes soutiennent le conducteur, qui se charge

## Six aspects de classification d'un véhicule avec fonction de conduite automatisée

Aspect	Points forts	Exemple Drive Pilot de Mercedes-Benz
<b>1</b> Où le véhicule à système automatisé actif peut-il rouler ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dans un terrain privé,</li> <li>Dans une zone localement délimitée,</li> <li>Sur un itinéraire fixé,</li> <li>Sur un type de route défini dans un pays, etc.</li> </ul>	Autoroute et assimilable à une autoroute
<b>2</b> Quelle(s) situation(s) le système automatisé maîtrise-t-il ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conduite sur une voie,</li> <li>Conduite dans une direction avec changement de voie,</li> <li>Circulation avec des carrefours, etc.</li> </ul>	Conduite sur une voie
<b>3</b> Quels sont les paramètres valides pour le fonctionnement du système automatisé ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plein jour,</li> <li>Temps sec,</li> <li>Limite de vitesse,</li> <li>Température,</li> <li>seulement en cas de connexion (connected),</li> </ul>	Plein jour, Température d'au moins 4 °C, 60 km/h maximum, pas de tunnel
<b>4</b> Le système automatisé conduit-il de manière autonome (fiable), une surveillance est-elle nécessaire ou y-a-t-il un conducteur comme solution palliative ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fonctionnement en laboratoire (avec un ingénieur de développement dans le véhicule),</li> <li>Conducteur de sécurité dans le véhicule,</li> <li>Surveillance du véhicule depuis un centre de contrôle,</li> <li>Fallback Ready User etc.</li> </ul>	Fallback Ready User (conducteur prêt en 10 secondes)
<b>5</b> Pour quelle catégorie de véhicules le système automatisé est-il prévu ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voiture (M1) sans/avec remorque,</li> <li>Véhicules utilitaires lourds (N3) sans/avec remorque, etc.,</li> </ul>	Voiture de tourisme
<b>6</b> Qui peut utiliser le véhicule équipé du système automatisé intégré ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constructeur/ Développeur,</li> <li>Exploitant d'une flotte de véhicules,</li> <li>Particulier</li> </ul>	Particulier
<b>À quel niveau SAE le système correspond-il ?</b>	1, 2, 3, 4 ou 5 Les niveaux 1 et 2 sont des systèmes d'aide à la conduite et pas une fonction de conduite automatisée (ADS)	Niveau 3

de l'essentiel de la conduite et reste responsable, ou lui sont complémentaires. Aux niveaux plus élevés (à partir du niveau 3), le contrôle du véhicule est partiellement ou entièrement et durablement délégué au système du véhicule, ce qui génère cependant de nouveaux risques potentiels inconnus jusqu'ici.



## Exploiter encore mieux le potentiel de prévention des accidents

Distraction, épuisement, stress : la liste des causes fréquentes d'accidents de la circulation est encore longue. Ou pour faire court : il est question ici du facteur humain. Si l'on en croit les rapports de police suite à des accidents de la route, presque tous les accidents dans le monde sont la conséquence du (mauvais) comportement de personnes. Des vices en lien avec l'infrastructure, voire des vices techniques, ne sont que très rarement mentionnés comme cause ou comme facteur d'un accident. C'est pourquoi beaucoup de personnes pensent toujours que, dans la mesure du possible, déléguer toutes les tâches de conduite aux véhicules est le meilleur moyen de prévenir les accidents.

Les systèmes d'aide à la conduite modernes sont la base de l'automatisation croissante de la circulation routière. Rester automatiquement sur sa voie ou accélérer et freiner en fonction des conditions de circulation environnantes sont maintenant une réalité dans de nombreux véhicules, de même que les systèmes de freinage d'urgence automatiques. Les systèmes ont le potentiel pour empêcher les accidents ou, tout au moins, pour en atténuer les conséquences. Un seul regard sur l'évolution dans l'UE montre qu'il reste beaucoup à faire sur ce point au vu de la « Vision Zero » poursuivie dans de nombreux pays du monde jusqu'en 2050, dont l'objectif est une circulation routière où les accidents n'entraîneront autant que possible plus de morts ni de blessés graves. Il est vrai qu'entre 2001 et 2020, le nombre de tués sur la route a diminué de presque 63,5 %, passant de 51 400 à 18 800. Cependant, depuis 2012 environ, les chiffres stagnent, et ceux historiquement bas en 2020 s'expliquent par la pandémie de COVID-19. Depuis, les chiffres augmentent à nouveau et sont passés à 19 900 en 2021 et à 22 600 en 2022 (**diagramme 2**). Le recul en pourcentage par rapport à 2001 n'est donc plus que de 56 %. L'Organisation mondiale de la Santé estime le nombre de tués sur la route chaque année à environ 1,3 million dans le monde.

Mais quels que soient les systèmes d'aide montés dans un véhicule à ce jour, les conducteurs doivent consacrer à tout moment toute leur attention à la circulation et, si nécessaire, intervenir ou reprendre la main sur les systèmes. Des systèmes fiables qui fonctionnent très bien, notamment dans le domaine du maintien sur la voie et de la régulation

## La technologie devrait rendre la conduite plus sûre et plus simple

**Mark Chung**

Executive Vice President Roadway Practice  
National Safety Council (NSC)



Conduire un véhicule est une tâche extrêmement complexe. Elle exige beaucoup du conducteur, qui doit associer la commande du véhicule motorisé à un environnement qui change constamment. De plus, les distractions accroissent la complexité. Par exemple, quand le conducteur essaie d'accomplir différentes tâches en lien avec la conduite, par exemple modifier des entrées de navigation ou utiliser des systèmes d'infodivertissement à écran tactile. Il n'est donc pas étonnant que les distractions pendant la conduite et les risques d'accidents associés augmentent. Pour faire simple : conduire un véhicule semble être de plus en plus complexe et dangereux.

Aux USA, le nombre de tués sur les routes a nettement augmenté au cours des deux dernières décennies.

En 2021, les USA ont enregistré le niveau le plus élevé de décès depuis 16 ans, dont presque 7 500 usagers de la route non protégés, soit le plus grand nombre d'accidents, la plupart mortels, en un an depuis quarante ans. Nous devons inverser cette tendance fatale.

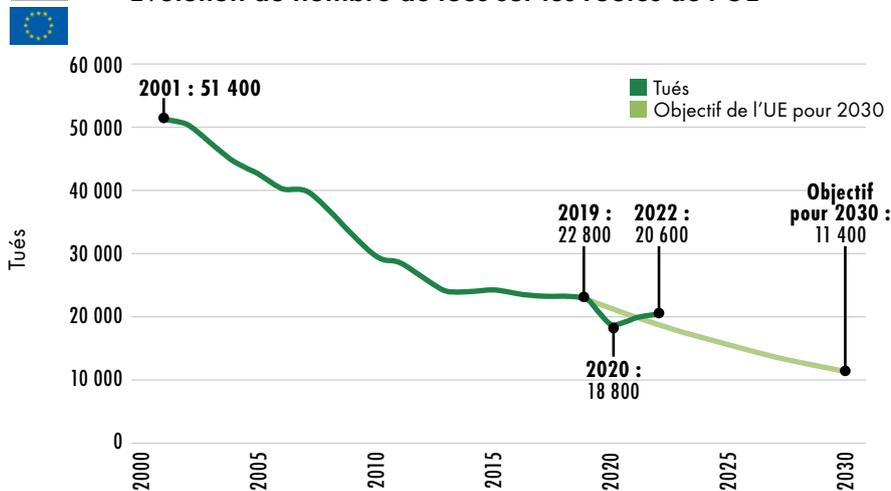
Les systèmes d'aide à la conduite (Advanced Driver Assistance Systems/ADAS) recèlent un gros potentiel pour voir l'environnement du véhicule et aider le conducteur à le conduire en toute sécurité. Les fonctions ADAS comme l'aide au freinage d'urgence se sont avérées positives pour la sécurité des usagers de la route non protégés. Cependant, selon différentes études, de nombreux automobilistes aux USA désactivent les fonctions ADAS parce qu'ils n'ont pas confiance en leurs capacités. Pire encore : certains conducteurs se reposent trop sur ces fonctions parce qu'ils n'en comprennent pas les capacités. S'y ajoutent les FEO (Fabricants d'Équipement d'Origine ou Original Equipment Manufacturer (OEM)), qui considèrent les fonctions ADAS comme des caractéristiques distinctives pour leur marque et qui font preuve de trop de créativité avec les fonctions ADAS dans le cadre de leur marketing. Bref, les fonctions ADAS devraient rendre la conduite plus sûre et

moins compliquée. Mais jusqu'ici nous constatons exactement le contraire.

Certaines solutions permettent d'utiliser la capacité de performance technologique de fonctions ADAS de manière optimale et d'exploiter complètement le potentiel de sécurité. Pour commencer, les OEM doivent harmoniser la nomenclature des fonctions ADAS. Par exemple, le National Safety Council a rédigé avec l'AAA, Consumer Reports, JD Power et SAE International le guide « Clearing the Confusion » (Dissiper la confusion), dans lequel un système de dénomination commun pour les fonctions ADAS est recommandé. Par ailleurs, les consommateurs doivent être mieux informés des capacités des différentes fonctions ADAS. Dans ce but, le NSC a créé pour les consommateurs individuels un site Internet appelé [www.mycardoeswhat.org](http://www.mycardoeswhat.org), sur lequel ces derniers peuvent s'informer simplement et confortablement sur ce que les fonctions ADAS peuvent ou ne peuvent pas faire.

Bref, nous devrions favoriser le développement et l'utilisation de technologies de sécurité modernes. Il ne suffit pas de proposer ces technologies pour protéger tous les usagers de la route, y compris les plus vulnérables, si les conducteurs ont du mal à utiliser les fonctions ADAS. En effet, la technologie devrait rendre la conduite plus sûre et plus simple.

### 2 Évolution du nombre de tués sur les routes de l'UE



Source : CARE (base de données de l'UE sur les accidents de la route)

de la distance, par exemple, incitent particulièrement de nombreux usagers à se consacrer à autre chose qu'à la conduite. Cette mauvaise évaluation de la fiabilité des systèmes a déjà entraîné de nombreux accidents graves. Ces systèmes peuvent également devenir critiques lorsque le conducteur a des problèmes de santé que le système ne détecte pas.

Le cas dit d'Aschaffenburg en 2012 en est un parfait exemple. Le conducteur d'une voiture de tourisme ne pouvant plus conduire suite à un AVC, l'alerte de franchissement de ligne a maintenu le véhicule sur la voie et l'a guidé dans l'agglomération à la vitesse élevée autorisée hors agglomération. Une collision mortelle avec plu-

sieurs piétons s'est alors produite. Sans les systèmes, le véhicule aurait quitté la route avant d'entrer dans la localité. Il ne fait aucun doute que même en matière de sécurité routière, l'utilité de tels systèmes est nettement supérieure aux risques qui en résultent lorsqu'on communique ouvertement sur leurs limites et que les utilisateurs font preuve de la rigueur nécessaire. Toutefois, il arrive régulièrement que, par le biais des descriptions des performances ou du nom d'un système, les fabricants suscitent de la part des clients des attentes auxquelles le système

ne peut pas répondre. Même si, pour des raisons de sécurité juridique, les restrictions sont mentionnées dans le manuel d'utilisation des véhicules, les clients retiennent les messages publicitaires qui frappent les esprits.

Les systèmes de niveau 3 doivent également être considérés avec prudence. À ce degré d'automatisation, sous certaines conditions, les conducteurs peuvent se consacrer à des tâches autres que la conduite. Lorsque le système atteint ses limites, les « conducteurs » sont ap-

pelés à prendre le volant. Il y a régulièrement des discussions sur la durée de la pré-alerte, pendant laquelle on doit avoir une vue d'ensemble de la situation de circulation et qui permet d'avoir une réaction adéquate. Cela exige beaucoup du conducteur, notamment dans les situations complexes qui surviennent soudainement. En outre, plus le degré d'automatisation est élevé, plus l'expérience de conduite quotidienne se perd. Elle est pourtant indispensable, en particulier dans les situations de circulation critiques où le système laisse sa place au

## L'Homme et la machine

**L'infrastructure, l'usager et le véhicule sont aujourd'hui unanimement considérés comme les piliers centraux de la démarche globale et systémique de sécurité routière. Au sein de ce triptyque, l'homme et la machine ont toujours fait figure de duo singulier.**

L'histoire de la mobilité, animale ou mécanisée, est en effet d'abord marquée par la volonté de l'Homme de contrôler la technologie. Dompter le cheval ou maîtriser la mécanique d'un véhicule relevait au fond de démarches comparables : être le maître d'une machine complexe, parfois imprévisible et potentiellement dangereuse dès qu'elle est mise en mouvement.

Ainsi, depuis sa création le 31 décembre 1922, le permis de conduire sanctionne et valide avant tout une aptitude technique à la maîtrise d'un véhicule. Le code de la route lui-même l'affirme comme un principe de valeur presque philosophique : « Tout conducteur doit se tenir constamment en état et en position d'exécuter commodément et sans délai toutes les manœuvres qui lui incombent » (art R.412-6).

Conjurer le danger de la route, notamment aux origines de l'automobile, consistait donc à chercher la plus grande maîtrise du risque lié au véhicule lui-même. Puis le véhicule s'est progressivement transformé en un instrument actif de la sécurité de son conducteur et de ses occupants. De la ceinture de sécurité à l'airbag, en passant par l'ABS, les évolutions techniques ont joué un rôle majeur dans la baisse de la mortalité routière. Le véhicule - et l'automobile au premier chef - s'est transformé en un allié résolu de la sécurité.

La généralisation et la multiplication des aides à la conduite prolongent et accélèrent cette transformation. Toutes les conséquences de ces évolutions n'ont pas encore été identifiées. La Délégation à la sécurité routière porte d'ailleurs de nombreuses études et recherches sur les aides à la conduite et sur la perception des enjeux nouveaux qui en résultent. Elles tendent à mieux comprendre les ressorts d'une collaboration nouvelle entre l'Homme et la machine et leurs interactions avec l'ensemble des usagers de la route. Et pour produire pleinement leurs effets, leur fonctionnement doit être parfaitement connu et maîtrisé des conducteurs. La boucle est bouclée.

Sans céder à l'illusion de lendemains technologiques où la machine et son intelligence artificielle suffiraient à elles seules à conjurer tous les risques routiers, j'ai la ferme conviction que le progrès technique, l'amélioration continue des systèmes d'aide à la conduite et leur pleine appropriation par les usagers nous offrent de belles perspectives pour mieux prévenir les drames de la route.

**Florence Guillaume**

*Déléguée interministérielle à la sécurité routière*



conducteur. Il n'y a actuellement pas encore de solution vraiment satisfaisante pour relever ce défi.

Les premières conclusions sur les accidents impliquant des véhicules hautement automatisés sont désormais disponibles aux USA. Dans le cadre de différents projets pilotes et de recherche, dans certains États fédéraux de ce pays, des véhicules hautement automatisés circulent sur la voie publique. Des personnes prêtes à intervenir à tout moment se trouvent dans les véhicules. En Californie, notamment, les accidents impliquant des véhicules hautement automatisés sont enregistrés de manière exhaustive. Dans le cadre d'une étude de l'université de Belgrade publiée en 2019, à un même endroit les accidents impliquant des véhicules hautement automatisés ont été analysés et comparés à ceux impliquant des voitures conduites de manière conventionnelles. Le résultat montre que les accidents sont différents. Le nombre de collisions latérales et de collisions avec des piétons a diminué. Le nombre de collisions par l'arrière a augmenté. Il s'agissait cependant des collisions par l'arrière de véhicules conventionnels sur les véhicules hautement automatisés.

Ce fait est important, puisque la circulation mixte prévaudra encore longtemps. Les conducteurs conventionnels doivent s'habituer au comportement d'accélération et de freinage modifié des véhicules hautement automatisés. Cela présuppose également qu'on reconnaisse ces véhicules. Il n'y avait dans la base de données ni accidents entre deux véhicules hautement automatisés ni accidents mortels. Globalement, les collisions se sont plutôt produites dans une plage de vitesses faibles.

Pour avoir plus d'informations sur les circonstances des accidents avec des véhicules automatisés et hautement automatisés, l'agence fédérale des États-Unis chargée de la sécurité routière (NHTSA) a obligé tous les exploitants de véhicules de ce type à signaler des accidents définis. Entre le 29 juin 2021 et le 15 mai 2022, 130 accidents impliquant au moins un véhicule des niveaux 3 à 5 ont été signalés. L'analyse ensuite effectuée par la NHTSA a également montré qu'il s'agissait en premier lieu d'accidents bénins. Dans un seul cas une personne a été grièvement blessée, les blessures étaient modérées dans trois cas et légères dans 12 cas. Dans 78 % des cas, les parties adverses principales étaient des voitures, des SUV, des monospaces et des pick-ups. Dans sept cas il y a eu collision avec des vélos, dans deux cas respectivement avec des

motos et des scooters électriques. Les collisions avec endommagement de l'arrière du véhicule hautement automatisé étaient également nettement surreprésentées dans ces cas-là.

Dans la même période, 392 signalements d'accidents concernant des véhicules de niveau 2, dans lesquels le conducteur est toujours responsable, ont été effectués. Cependant, ces jeux de données contenaient un grand nombre de paramètres inconnus, notamment concernant les parties adverses et les blessures très graves résultant de l'accident. Il n'a pas non plus été possible de faire ressortir de quels systèmes de véhicules il s'agissait précisément et s'ils avaient joué un rôle dans les circonstances respectives des accidents. En revanche, il est intéressant de voir que dans 88 cas sur 246 où l'objet de la collision est connu, les collisions ont eu lieu avec des objets fixes. Deux collisions avec des véhicules de secours attirent également l'attention. Même avec des véhicules de ce degré d'automatisation, les collisions avec des cyclistes ou des piétons ont été

## Les systèmes de niveau 3 doivent également être considérés avec prudence.

*Une circulation mixte sur les routes comme aux USA offre une bonne base de recherche pour continuer à optimiser la sécurité routière.*



très rares, soit seulement trois cas au total. Dans ce contexte, il ne faut cependant pas négliger le fait que la part de ces groupes d'usagers de la route dans la répartition modale ainsi que la forme des interfaces sont très différentes d'une région à l'autre et que les critères de classement d'un événement à signaler ne sont pas parfaitement uniformes. Les zones endommagées en premier lieu présentent une image opposée à celle des véhicules au niveau d'automatisation plus élevé. La partie avant du véhicule domine clairement ici.

Les connaissances acquises à ce jour montrent qu'un niveau d'automatisation élevé permet d'éviter des accidents ou d'en atténuer les conséquences. Mais dans un même temps, l'utilisation inappropriée sous forme d'absence de surveillance pour les véhicules dotés de systèmes de niveau 2 présente de gros risques d'accidents. La circulation mixte de véhicules hautement automatisés et conventionnels présente aussi de nouveaux dangers. Cependant, supposer qu'un degré d'automatisation élevé pourra pratiquement supprimer les accidents et éliminer le facteur humain comme cause d'accident est une conclusion erronée. Tant qu'il y aura des interfaces entre les véhicules hautement automatisés et les formes de mobilité influencées par l'être humain sur la route, il y aura aussi des accidents entre les parties prenantes.

C'est en grande partie également valable pour les usagers de la route vulnérables comme les piétons et les cyclistes. Car alors que les véhicules motorisés à au moins quatre roues protègent leurs utilisateurs grâce à un grand nombre de mesures dans les domaines de la sécurité active et passive et lors de collisions ainsi que dans des situations de conduite critiques, participer à la circulation routière à vélo, en scooter électrique ou à pied présente des inconvénients dans ce domaine. Ici, de nouvelles technologies comme des entraînements électriques bien mûris avec des batteries performantes apportent le potentiel nécessaire à l'implémentation de systèmes de protection et de sécurité, par exemple l'ABS pour les vélos.

Mais ces perfectionnements techniques génèrent également de nouveaux risques. On roule plus vite, les groupes d'utilisateurs plus vulnérables tels que, par exemple, les personnes âgées, se déplacent plus à vélo et la possibilité de transporter des charges lourdes ou plusieurs enfants grâce à l'assistance électrique fait que les modèles de vélos sont toujours plus longs, plus larges et plus lourds. La tendance à des véhicules de plus en plus grands et de plus en plus



*Les usagers vulnérables, par exemple les cyclistes, sont toujours les perdants en cas de collision avec un véhicule motorisé.*

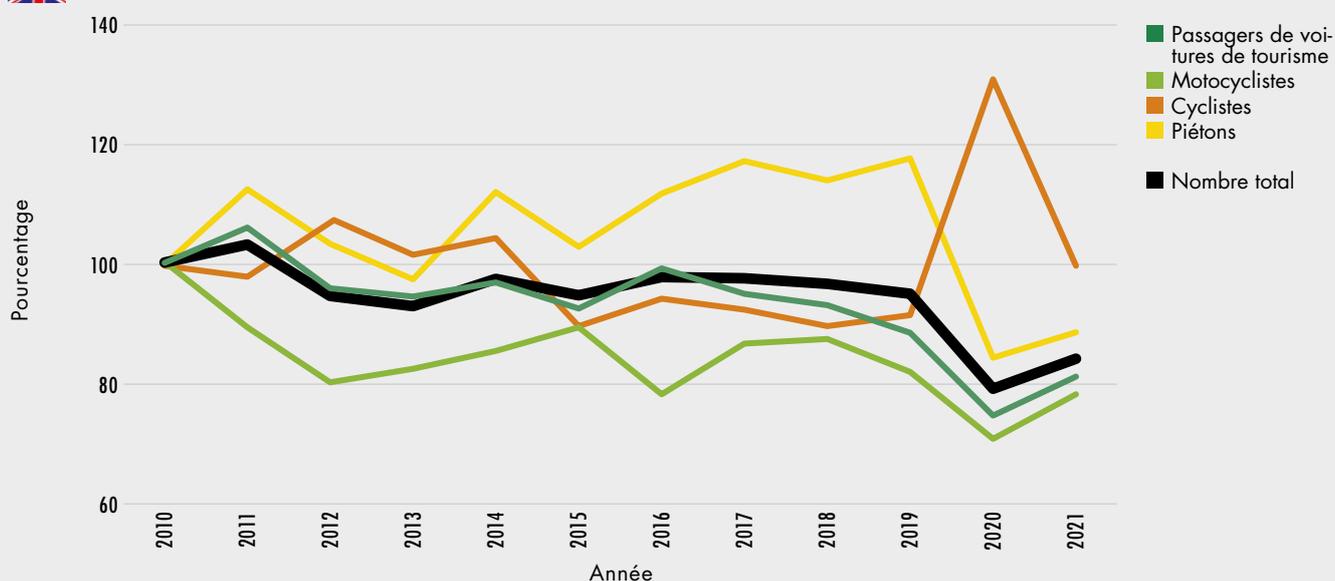
lourds, connue dans le secteur de l'automobile, se maintient. L'adaptation nécessaire de l'infrastructure ne peut pas suivre. Cependant, selon une comparaison internationale, les évolutions en matière d'accidents sont bien différentes, comme le montre une analyse de la base de données internationale sur le trafic routier et les accidents (International Road Traffic and Accident Database/IRTA) du Forum international des transports de l'OCDE.

### Évolution différente des chiffres des accidents dans le monde

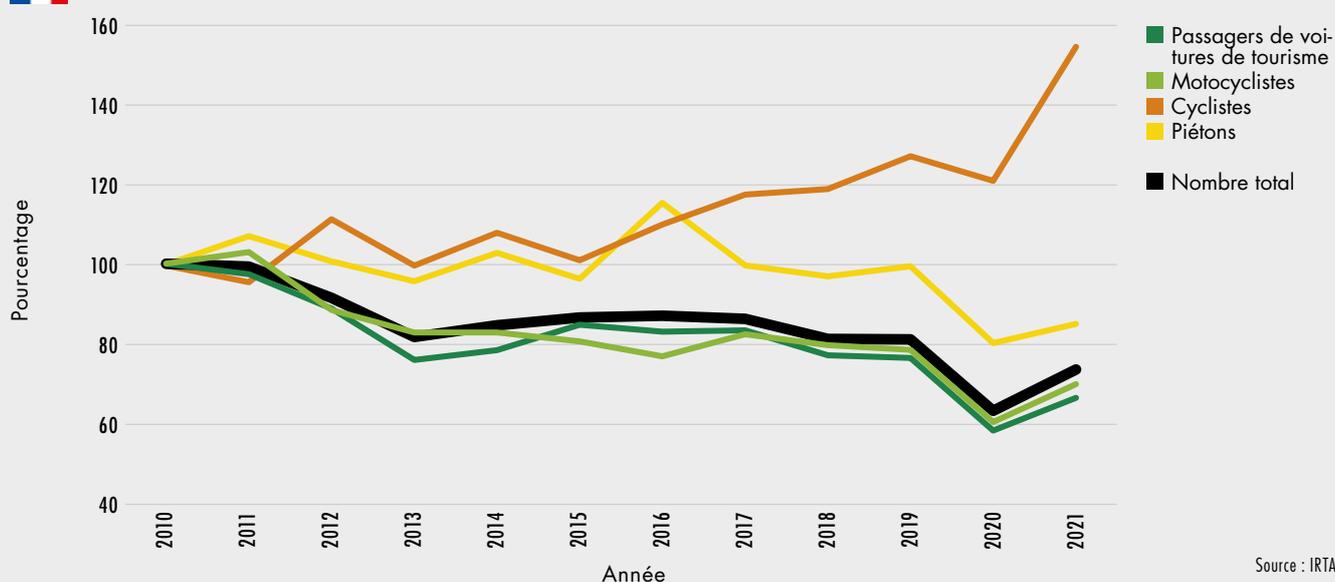
Ainsi, en 2021, 1 608 personnes ont perdu la vie dans des accidents de la circulation au Royaume-Uni (Grande-Bretagne et Irlande du Nord) **(diagramme 3)**. Ce sont 297 personnes en moins qu'en 2010, où il y avait eu 1 905 tués (soit -15,6 %). Jusqu'en 2019, pour tous les types d'usagers à l'exception des piétons, il y a eu une diminution modérée du nombre de tués à 82-92 % des valeurs initiales. En revanche, pour les piétons, les chiffres ont augmenté de manière presque constante jusqu'à 117 % en 2019. En 2020, l'année de la COVID-19, pour les voitures et les deux-roues motorisés il y a eu de nets reculs à respectivement 75 % et 71 % des valeurs de 2010. Les reculs dans le domaine des voitures ont été accompagnés d'un recul du nombre total des personnes tuées à 80 % de la valeur initiale. Le nombre de piétons blessés mortellement a très nettement diminué. En 2020, leur part est tombée à 85 % de la valeur de comparaison de 2010. Par rapport à l'année 2019, le recul correspond à 32 points de pourcentage. Simultanément, le nombre de cyclistes tués sur la route a explosé, passant en chiffres absolus de 102 en 2019 à 145, ce qui correspond à la valeur de 131 % par rapport à 2010. Durant l'année 2021, toujours marquée par la pandémie, il y a eu chez les cyclistes un fort recul réjouissant du niveau de 2010. Chez les autres usagers de la route étudiés ainsi qu'en chiffres absolus, il y a à nouveau eu des augmentations sans que le niveau de 2010 soit jamais atteint. L'énorme augmentation du nombre de cyclistes tués en 2020 doit cependant être mise en perspective avec le fait que, selon le ministère britannique des Transports, en 2020 le trafic de vélos a augmenté de 46 % par rapport à 2019. Rapporté à un milliard de miles parcourus à vélo, le ministère des Transports fait état de 28 cyclistes tués en moyenne pour 2020 contre 29 en 2019. La différence est donc marginale, mais constitue par exemple une nette



### 3 Évolution du nombre de tués sur les routes au Royaume-Uni



### 4 Évolution du nombre de tués sur les routes en France



amélioration par rapport à l'année 2004, où 52 cyclistes par milliard de miles avaient trouvé la mort.

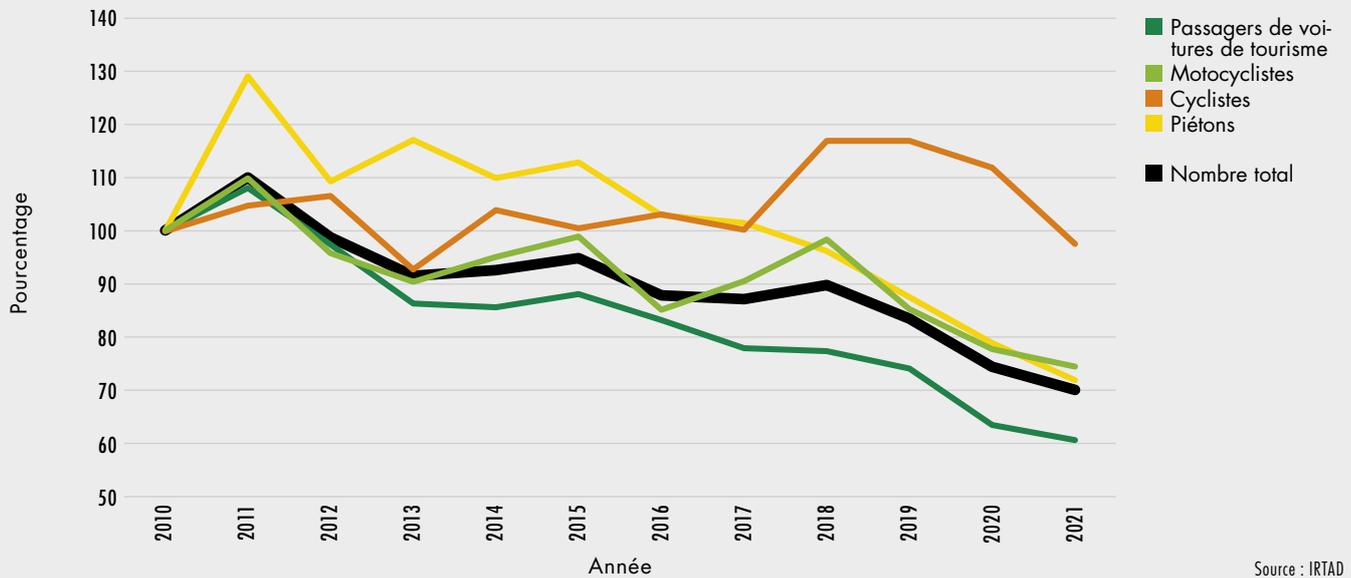
En France, entre 2010 et 2013 il y a eu une nette réduction du nombre de morts sur la route (**diagramme 4**). Leur nombre est passé de 3 992 à 3 268. Si on regarde de plus près, le changement n'est positif que pour les automobilistes et les motocyclistes. Les valeurs pour les cyclistes et les piétons sont restées à leur niveau initial. Durant les années suivantes et jusqu'en 2019, les valeurs ont stagné au niveau atteint pour tous les groupes d'usagers, sauf pour les cyclistes tués, pour lesquels une augmentation à 127 % de la valeur initiale de 2010 a été enregistrée.

Comme au Royaume-Uni, en 2020, année de la COVID-19, un net recul du nombre de tués a suivi. Seul le nombre de cyclistes tués a continué à augmenter. En 2021, les chiffres ont augmenté pour tous les usagers de la route en France également, les cyclistes étant surreprésentés avec une croissance de presque 28 points de pourcentage à 154 % de la valeur de 2010. En France aussi, la pratique du vélo a enregistré un véritable essor pendant la pandémie.

Le nombre d'usagers tués sur la route en Allemagne a pu être réduit de manière encore plus drastique qu'en France et au Royaume-Uni. Il est passé de 3 648 en 2010 à 2 562 en 2021, soit 70 % de la valeur initiale (**diagramme 5**). Il est frappant de constater qu'en 2021 égale-

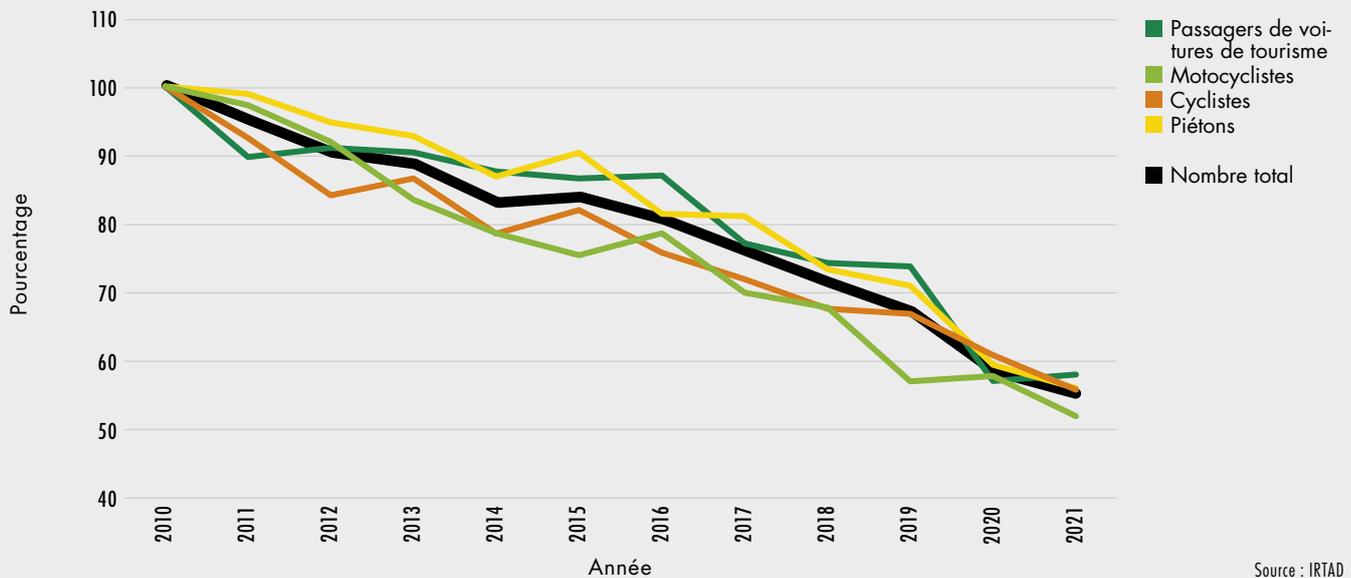
5 

### Évolution du nombre de tués sur les routes en Allemagne



6 

### Évolution du nombre de tués sur les routes au Japon



ment, l'Allemagne a enregistré une baisse non seulement du nombre total de tués, mais également du nombre de tués par type d'usagers de la route considéré. En revanche, selon les informations provisoires de l'Office fédéral de la statistique, en 2022 on enregistre une très nette augmentation d'environ 9 %, soit probablement 2 782 tués. Concernant le nombre de cyclistes tués, le niveau est resté constant jusqu'en 2017 avant d'augmenter de plus de 16 % en 2018. Cela peut en partie notamment s'expliquer par le début de la forte diffusion des pédélecs. Cette valeur élevée est également restée

inchangée en 2019. Des règles très restrictives lors de la pandémie de COVID-19 ont ensuite favorisé une réduction dans les années 2020 et, surtout, 2021 : avec 98 %, une valeur tout juste inférieure au niveau initial de 2010 a été atteinte. Ici également, il y a eu une forte augmentation en 2022 : avec 484 cyclistes tués, la valeur était à nouveau nettement supérieure à celle de 2010. Par rapport à 2021, le nombre de cyclistes tués en Allemagne a augmenté d'environ 26 %, pour les conducteurs de pédélecs tués l'augmentation a même été de 55 % (passant de 137 à 210).

## Véhicules autonomes au Brésil

**Roberto Saldo**

CEO d'Escola Tesla Brasil, développement de projets avec des véhicules électriques



**Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), le trafic routier au Brésil est le quatrième plus dangereux du continent américain. São Paulo est l'État fédéral qui affiche le plus grand nombre de tués sur la route du pays et la conduite en état d'ébriété est la deuxième cause d'accident.**

Les véhicules autonomes supprimeront des lacunes et erreurs humaines sur la route, qui sont dues à l'inattention de conducteurs fatigués ou en mauvaise santé. L'automatisation permet de réduire considérablement les erreurs de conduite, notamment en raison de l'interaction croissante des véhicules avec des villes et environnements « intelligents ».

Étant donné que la technologie fait de gros progrès dans ce domaine, la conduite autonome est déjà une réalité et il n'y a pas de retour en arrière possible. La mise en place d'un tel système au Brésil serait très difficile, mais pas impossible, et il faudrait s'y attaquer. Il s'agit là d'un grand changement, tant pour notre pays que pour le reste du monde. Nous devons cependant surmonter quelques obstacles, car en raison du manque partiel d'infrastructure de télécommunication, il est difficile pour les véhicules de se connecter à Internet partout pendant le trajet. De plus, les routes doivent être cartographiées et dotées de panneaux afin qu'un véhicule autonome puisse détecter les routes, les carrefours et la présence d'autres véhicules.

Les coûts élevés de la technologie sont un problème supplémentaire. Sur les véhicules très sophistiqués, le pack d'équipement coûte entre 65 000 et 140 000 USD, ce qui se répercute finalement sur le prix du véhicule. Cela peut être un obstacle encore plus grand si le consommateur n'est pas encore prêt et a besoin d'une période d'adaptation pour choisir en connaissance de cause d'acquiescer cette option, alors qu'il n'y a pas de transfert de la propriété d'un véhicule des particuliers aux entreprises d'autopartage.

En tout cas, la législation chez nous au Brésil ne semble pas être préparée à des voitures autonomes lorsqu'il s'agit de prendre les choses en main. L'article 252 du code de la route brésilien (CTB) considère par exemple comme une infraction le fait de « ne conduire le véhicule que d'une seule main, dans la mesure où l'autre main n'est pas utilisée pour donner des signaux obligatoires, pour passer une vitesse ou pour activer des éléments de l'équipement du véhicule et des accessoires. »

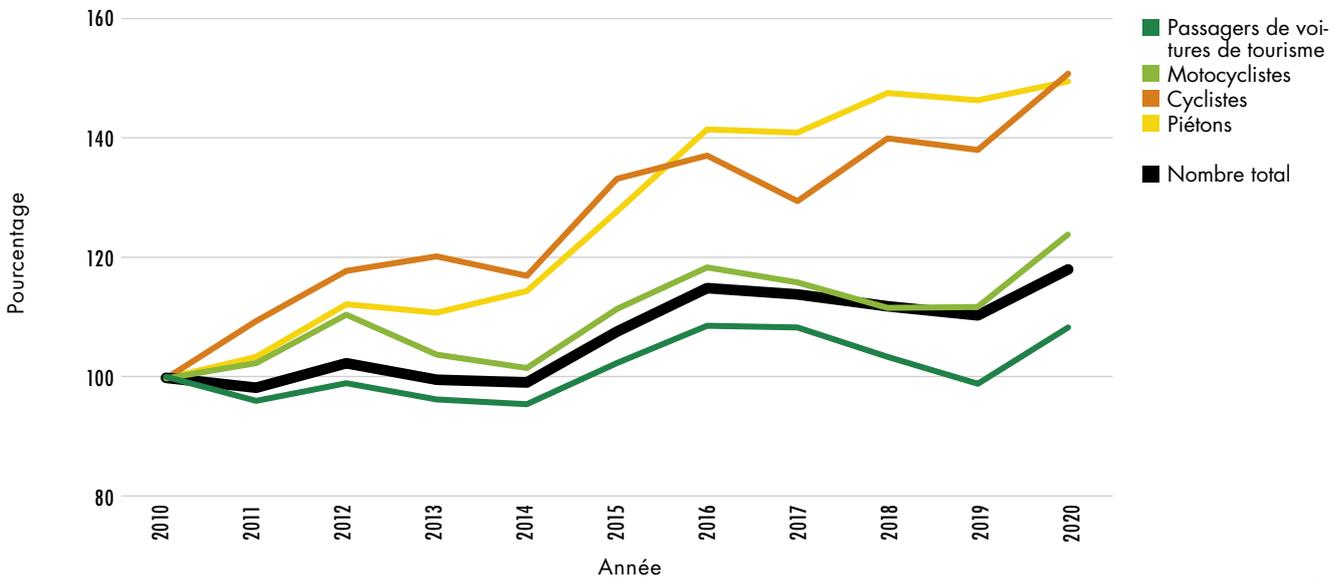
Sans parler de l'absence de bases juridiques relatives à l'exploitation de technologies existantes dans ces véhicules (radar, caméras, capteurs). Dans ce contexte, nous attirons également l'attention sur l'intelligence artificielle et le problème complexe de la responsabilité en cas d'accidents.

Les modifications ne sont pas toujours bon marché, mais si des véhicules autonomes peuvent sauver des vies, les investissements sont justifiés. Je suis convaincu qu'il ne s'agit pas uniquement d'un problème technique, mais plutôt d'une question morale : si nous ne passons pas maintenant à cette technologie beaucoup plus sûre, nous devons affronter la critique des générations futures.

Le Japon affiche des chiffres positifs impressionnants. Ici, on a enregistré pour tous les types d'usagers étudiés un recul constant et net du nombre de morts sur la route (**diagramme 6**). Par rapport à 2010, jusqu'en 2021 le chiffre a pu être réduit à 55 % de la valeur initiale. Des influences particulières de la COVID-19 ne peuvent pas être déduites des données. Les succès japonais doivent être considérés comme une performance particulière, notamment compte tenu du vieillissement très marqué de la société au Japon. Il y a de nombreuses raisons à cette tendance positive. Des programmes de sécurité routière ciblés, un parc automobile adapté à l'infrastructure existante dans les grandes villes avec des véhicules majoritairement de petite taille, les possibilités fortement limitées de se garer dans l'espace public sur le bord de la route, des transports en commun bien développés et fiables ainsi qu'une surveillance stricte de la circulation ne sont que quelques exemples.



### Évolution du nombre de tués aux USA



Source : IRTAD

Les chiffres en provenance des États-Unis offrent une image nettement différente. Entre 2010 et 2020, le nombre d’usagers de la route ayant eu un accident mortel a augmenté, passant de 32 999 à 38 824 (**diagramme 7**). Cela correspond à une hausse de 118 % de la valeur initiale. Les augmentations concernent tous les usagers de la route. Les chiffres pour les piétons et les cyclistes ont augmenté de manière disproportionnée, passant à 150 % de la valeur initiale pour la période considérée, sachant qu’aux USA également, ces deux formes de déplacement ont fortement gagné en popularité. En 2019, un recul a été observé pour tous les usagers de la route, mais il a été marginal. Pour ce qui est des chiffres américains, il faut par ailleurs tenir compte du fait qu’une grande partie du parc automobile fait partie du segment des dits Light Trucks, c’est-à-dire des gros SUV et des pick-ups. Ils ne sont pas indiqués dans le diagramme.

### Les usagers les plus vulnérables ont toujours le plus grand risque d’avoir des accidents.

Globalement, la confrontation montre clairement que malgré une technologie comparable dans les véhicules, il y a de grandes différences en matière d’accidents. Des différences régionales de la répartition modale (répartition de la circulation entre différentes formes de mobilité), des règles de circulation, de la pression des sanctions en cas d’infractions, de la qualité de la formation des conducteurs, de l’état et du type des véhicules motorisés utilisés ainsi que de l’infrastructure, mais également des différences sociétales expliquent ces différences de manière

Dans le cadre des efforts d’amélioration de la sécurité routière, il faut se focaliser davantage sur les piétons, ainsi que sur les cyclistes et les différentes formes de micromobilité.



## Avantages ou inconvénients de la conduite automatique : le confort est-il encore sûr ?

**Dr Hartmut Fischer**

*Spécialiste en médecine légale, Institut de médecine légale du Brandebourg, Potsdam*



**Selon un article publié le 29/12/2022 sur t-online.de, la police a vu sur l'autoroute le « conducteur endormi » d'une Tesla, qu'elle a eu beaucoup de mal à réveiller. La police a déclaré que le véhicule roulait à la vitesse constante de 110 kilomètres/heure avec une distance invariable par rapport à la voiture de police qui le précédait. L'homme assis sur le siège du conducteur avait les yeux fermés et ses mains ne tenaient pas le volant. Lors du contrôle, il a affiché des « défaillances typiquement liées à la drogue ». Les fonctionnaires de police ont déclaré avoir trouvé un poids de volant sur le plancher. Ce dispositif est fixé au volant pour contourner une fonction de sécurité du véhicule en simulant la présence de la main sur le volant.**

Concernant les cinq niveaux de conduite automatisée, c'est-à-dire du niveau 0 (une personne conduit complètement elle-même) au niveau 5 (le véhicule roule sans conducteur ou de manière autonome), la Tesla de niveau 2 roule de manière semi-automatique, ce qui nécessite cependant que le conducteur surveille parfaitement la circulation. Les systèmes d'aide peuvent se charger de fonctions comme le stationnement automatique, le maintien sur la voie, le guidage longitudinal du véhicule, l'accélération et le freinage. Ces dernières années, des informations répétées de médias relatant des incidents ayant entraîné le décès des personnes impliquées suite à l'absence de surveillance par les conducteurs de véhicules mettent en avant le problème de la surestimation des capacités du véhicule et de la tentation d'être juste à l'aise derrière le volant.

Indépendamment de tendances actuelles à l'automatisation, à l'automne 2010 une collision frontale s'est produite entre une voiture de classe moyenne et une petite voiture qui arrivait en sens inverse. Suite à la force exercée en raison de la collision, la conductrice obèse, qui ne mesurait qu'environ 1,50 mètre et n'était pas responsable de la collision, a subi une fracture des vertèbres cervicales avec arrachement du tronc cérébral, donc pratiquement une décapitation interne. En plus d'autres blessures modérées, des marques de ceinture, d'une part obliques du haut vers le bas à partir du côté gauche du cou jusqu'au flanc droit et, d'autre part, en forme d'arc montant des deux crêtes iliaques pratiquement jusqu'à la hauteur du nombril au lieu de longer le bas du ventre, ont été constatées. La femme avait donc glissé sous la partie ventrale de la ceinture et s'était, dans ce cas précis, arraché le tronc cérébral avec la partie de la ceinture à trois points d'ancrage qui traverse la poitrine, ce qui aurait pu être évité. La ceinture n'a donc pas été portée correctement. Les autres blessures auraient probablement pu être soignées et la femme ne serait pas morte.

Des vêtements épais et une position plane de l'assise associés à un dossier incliné vers l'arrière, pour être à l'aise, pour se donner une allure sportive ou simplement par ignorance, favorisent le dit « sous-marinage », c'est-à-dire la plongée sous la ceinture ventrale en cas de collision frontale. Ceux qui ont déjà observé des pilotes de compétition savent qu'ils sont toujours assis avec le dos droit dans le véhicule. En cas de collision, c'est la seule façon de garantir non seulement l'efficacité de la ceinture, mais encore le contrôle constant du volant. Étant donné que les passagers n'ont pas à conduire, ils veulent se reposer pendant le trajet, ce qui est valable pour tous les passagers de véhicules hautement à entièrement automatisés. Les constructeurs automobiles réagissent déjà en proposant des systèmes destinés, par exemple, à empêcher le sous-marinage en surélevant les cuisses comme le ferait une cale, ce qui sert d'obstacle pour retenir le bassin.

Les meilleures solutions ne servent cependant à rien quand la déraison prend des proportions inimaginables. Et ce qui est actuellement encore valable pour les passagers l'est également pour le conducteur dans des conditions d'automatisation. On observe souvent que pour être à l'aise, non seulement les passagers inclinent le dossier, mais encore mettent les pieds sur le tableau de bord.

Conclusion : la technologie peut nous aider, mais pas nous dégager de nos responsabilités. Pouvoir garder le contrôle à tout moment signifie également savoir à tout moment ce qui est en train de se passer. La personne responsable dans le véhicule ne devrait pas céder à la tentation de trop se fier à la technologie, de se mettre à l'aise, voire, éventuellement, de prendre le risque, même moindre, d'altérer ses sens avec des substances.

*La classe d'âge des plus de 65 ans est particulièrement menacée.*



déterminante. Il est indispensable de regarder au-delà des frontières et d'avoir la volonté d'effectuer les changements correspondants pour réaliser la Vision Zero. Il est également clair que les cyclistes et les piétons ainsi que les différentes formes de micromobilité doivent partout être au centre de l'attention, puisque ces moyens de locomotion prennent une importance de plus en plus grande.

Comme il a déjà été mentionné dans les précédents rapports DEKRA sur la sécurité routière ou bien dans le rapport « PIN Flash Report 38 » publié en 2020 par le Conseil européen pour la sécurité des transports, il faut accorder une attention particulière à l'espace urbain ainsi qu'aux personnes âgées d'au moins 65 ans. Ainsi, environ 70 % de tous les accidents mortels de piétons se produisent en agglomération. Presque la moitié de toutes les personnes tuées lors d'accidents de la circulation dans l'UE font partie de la catégorie d'âge des plus de 65 ans alors que leur part dans l'ensemble de la population n'était « que » de 21 % en 2021. Des véhicules motorisés étaient impliqués dans 99 % de tous les accidents de la circulation avec des piétons mortellement blessés enregistrés dans l'UE. Lors de cette analyse, il ne faut cependant pas perdre de vue le fait que les accidents sans tiers de piétons, qui sont généralement dus à une infrastructure non exempte d'obstacles, ne sont pas comptabilisés comme des accidents de la circulation. Du fait de cette absence de

saisie, il n'est donc pas possible de déduire de la statistique des accidents de la circulation la nécessité d'avoir une infrastructure dans la mesure du possible sans obstacles, intacte et auto-explicative pour les piétons. C'est fatal au vu d'une société vieillissante.

Chez les cyclistes victimes d'accidents mortels dans l'UE également, la part de la classe d'âge des plus de 65 ans est, avec environ 45 %, nettement supérieure à sa part dans l'ensemble de la population. Un peu plus de la moitié de tous les cyclistes tués ont des accidents en agglomération. Comme le mentionnait déjà le rapport sur la sécurité routière de 2020, la part des accidents sans tiers chez les cyclistes tués en Allemagne est très élevée : 37 % en agglomération et plus de 20 % hors agglomération. À l'échelle de l'UE, la part totale des personnes tuées lors d'accidents sans tiers est d'environ 16 %, même s'il faut partir du

**Le règlement sur la sécurité générale des véhicules exige en plusieurs phases dans les nouveaux véhicules différents systèmes d'aide à la conduite importants pour la sécurité.**

principe que le nombre de cas non recensés varie d'un État membre à l'autre. En Allemagne, dans les accidents impliquant deux usagers, les principales parties adverses des cyclistes sont les voitures (environ 31 % en agglomération et 50 % hors agglomération) et les camions (environ 18 % en agglomération et 13,5 % hors agglomération). Dans toute l'Union Européenne, un peu plus de la moitié des personnes impliquées dans des accidents sont des automobilistes (53 %), 20 % sont des conducteurs de camions et de camionnettes.

Indépendamment de la responsabilité, cela montre qu'en plus de l'optimisation de l'infrastructure, des mesures techniques dans les véhicules motorisés ont un très grand potentiel de protection des usagers de la route vulnérables. Les capteurs de détection de piétons et de cyclistes, qui sont de plus en plus performants, offrent notamment ici de bonnes opportunités de réduire nettement le nombre d'accidents entre des véhicules motorisés et des usagers vulnérables. C'est précisément ce point que le législateur européen a abordé en 2019 avec le règlement UE 2019/2144 du Parlement européen et du Conseil, appelé règlement sur la sécurité générale des véhicules.

Les nouveaux véhicules mis sur le marché doivent obligatoirement être équipés de systèmes tels que des régulateurs de vitesse, des aides au freinage d'urgence avec détection de piétons et de cyclistes, des avertisseurs acoustiques de recul ou des systèmes d'assistance de changement de direction. Il faudra cependant attendre un certain temps avant que tout le parc automobile soit doté de ces systèmes. Dans un même temps, les villes et les régions ont la possibilité de ne plus laisser entrer que des véhicules équipés de certains systèmes : par exemple, en stipulant que seuls les camions équipés d'un système d'assistance de changement de direction pourront désormais rouler dans certaines zones ou dans toute la zone urbaine.

## Des concepts globaux sont plus urgents que jamais

Les progrès techniques et les possibilités qui en résultent ne doivent toutefois pas conduire à s'en remettre uniquement à eux. Les expériences du département d'accidentologie de DEKRA montrent clairement que la plupart des accidents entre des usagers vulnérables et des véhicules motorisés se produisent à des carrefours et à des passages pour piétons. Des mesures de configuration de l'infrastructure et du domaine de la surveillance ainsi que d'éducation à la sécurité routière de tous les usagers sont indispensables. La seule technologie automobile ne peut qu'aider à éviter une partie des accidents. Concernant les grandes villes, on peut sans aucun doute se féliciter de la réaffectation de parties de la chaussée conçues pour des véhicules motorisés à la circulation des vélos, par exemple sous forme de pistes cyclables pop-up, qui a été mise en œuvre dans de nombreux pays pendant la pandémie de COVID-19. Des espaces sécurisés sont ainsi créés grâce à la séparation des usagers de la route moins vulnérables et vulnérables.

Hélas, à de nombreux endroits un concept global fait défaut. Les pistes cyclables ont souvent été créées sur des tronçons entre deux carrefours, mais s'arrêtent brusquement juste devant les carrefours critiques. La même chose est valable pour le marquage d'une infrastructure cycliste créée rapidement qui, à certains endroits, sème plus la confusion qu'il ne clarifie les choses. Comme il n'est pas possible de comparer directement de manière représentative les données des accidents des années de la pandémie avec celles des années précédentes, il est difficile d'effectuer des analyses statistiques. Cependant, il est probable que la sécurité apparente favorise même les accidents à certains endroits.

## Les faits en bref

- Les erreurs de jugement relatives aux systèmes ou le manque de fiabilité de systèmes d'aide à la conduite ont déjà été à l'origine de plusieurs accidents graves.
- La circulation mixte de véhicules hautement automatisés et conventionnels dans le futur présente de nouveaux risques d'accidents.
- Les conducteurs de véhicules conventionnels doivent s'habituer au comportement plutôt défensif des véhicules hautement automatisés sur la route.
- Les capteurs de détection de piétons et de cyclistes de plus en plus performants offrent de bonnes opportunités de réduire nettement le nombre d'accidents entre des véhicules motorisés et des usagers vulnérables.
- Au fil des ans, des programmes de sécurité routière ciblés ont entraîné un recul constant du nombre d'usagers de la route tués, notamment dans des pays comme le Japon. Aux USA en revanche, l'évolution est tout à fait contraire.

## Quelques exemples d'accidents frappants en détail

### Combinaison d'erreurs de conduite et de défauts techniques

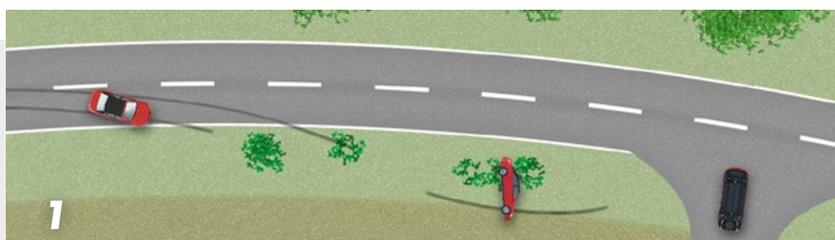
#### Une voiture dérape dans un virage

##### Circonstances de l'accident :

un cabriolet occupé par trois personnes a perdu sa stabilité à la sortie d'un long virage à gauche dans de bonnes conditions de circulation. Le véhicule a dérapé, est sorti de la route vers la droite en arrivant dans le virage droit suivant et a heurté un talus. La voiture a alors fait un tonneau et s'est arrêtée sur le toit. La passagère avant a été éjectée de la voiture.

##### Usagers impliqués :

Voiture de tourisme



- 1 Croquis du déroulement de l'accident et de la position finale
- 2 Vue de plus près du lieu de l'accident, traces de dérapage
- 3 Position finale de la voiture

- 4 Dommages sur la voiture
- 5 Amortisseurs non étanches  
Essieu arrière
- 6 Ceinture utilisée, conducteur

##### Conséquences de l'accident/ Blessures :

une passagère a été éjectée et mortellement blessée, le conducteur et l'enfant qui se trouvait sur la banquette arrière ont été coincés et grièvement blessés.

##### Cause /Problème :

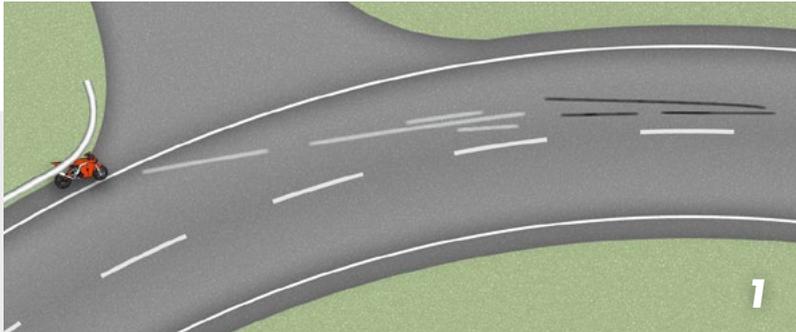
lors de l'examen technique du véhicule, des défauts considérables ont été constatés sur les amortisseurs arrière (non étanches) et les pneus (faible pression de remplissage, âge élevé). Si cette voiture passe la combinaison de virages représentée à une vitesse choisie trop élevée, de faibles mouvements de la carrosserie du véhicule ou des influences de la surface de la route suffisent pour réduire la pression exercée sur le sol par la roue, donc pour générer des forces de guidage latérales transmissibles plus faibles et provoquer une perte de stabilité. Le conducteur y a réagi avec un mouvement de volant trop fort, suite à quoi le véhicule a dérapé.

##### Possibilités de prévention, atténuation des conséquences de l'accident ou approche relative aux mesures de sécurité routière :

malgré le respect de la vitesse maximale autorisée à cet endroit, la vitesse choisie était trop élevée au vu de l'état technique du véhicule. Le coup de volant trop fort a ensuite entraîné la sortie de route après le dérapage.

C'est précisément dans cette situation de conduite dynamique très exigeante que la perte de stabilité aurait pu être évitée si le véhicule avait été en parfait état technique. Une réaction adéquate du conducteur, telle qu'elle peut par exemple être apprise dans le cadre de formations de sécurité routière, aurait réduit la probabilité du dérapage qui a suivi. Sur un véhicule plus moderne, un ESP aurait probablement pu empêcher la perte de stabilité initiale malgré les défauts techniques.

Aujourd'hui encore, la ceinture de sécurité reste indispensable pour sauver des vies ! L'éjection de la passagère avant aurait été évitée par le port correct de la ceinture de sécurité, ce qui aurait nettement réduit le risque de blessures mortelles.

**Manque d'expérience de conduite****Chute d'un cyclomoteur dans un virage**

- 1 Croquis du lieu de l'accident
- 2 Vue du cyclomotoriste
- 3 Position finale de la moto
- 4 Traces de freinage et rayures en forme de V
- 5 Dommages de la selle, du carénage et du pot d'échappement

**Circonstances de l'accident :**

un jeune cyclomotoriste (17 ans) roulait à une vitesse élevée sur une route nationale en bon état et dans de bonnes conditions météorologiques. Devant un virage serré à gauche, il a freiné fortement et perdu le contrôle de son deux-roues. Ce dernier a chuté sur le côté gauche à l'entrée du virage et glissé tangentiellement avec son conducteur vers le côté extérieur du virage. Alors que le deux-roues a été arrêté par la glissière de sécurité, le cyclomotoriste a glissé par dessous et a été arrêté par le poteau d'un panneau.

**Usagers impliqués :**

cyclomoteur

**Conséquences de l'accident/  
Blessures :**

le cyclomotoriste a été grièvement blessé.

**Cause / Problème :**

c'est la combinaison d'une vitesse trop élevée pour le tracé de la chaussée et pour les capacités du cyclomotoriste ainsi que d'une mauvaise réaction de freinage et d'inclinaison due au manque d'expérience de conduite à l'entrée de la courbe qui a entraîné la chute. Par la suite, le dispositif censé servir de protection a eu un effet négatif pour le jeune homme, puisque ce dernier a glissé par dessous et a été grièvement blessé en se cognant au poteau d'un panneau situé derrière.

**Possibilités de prévention, atténuation des conséquences de l'accident ou approche relative aux mesures de sécurité routière :**

La surestimation des propres capacités de conduite, notamment par les jeunes conducteurs débutants, est un problème bien connu. Les jeunes conducteurs peuvent être sensibilisés à ce thème grâce à des explications données à l'école de conduite ou à des campagnes d'information ciblées. Des formations de sécurité routière régulières permettent d'améliorer nettement la maîtrise du véhicule et des situations de circulation. Si l'ABS de virage est disponible sur une moto, il est conseillé de ne pas lésiner sur cette technologie de sécurité. Dans le cas présent, ce système aurait nettement pu désamorcer la situation.

Concernant l'infrastructure, une glissière de sécurité optimisée pour les collisions avec des motocyclistes dotée d'une protection anti-encastrement aurait pu empêcher le glissement. L'utilisation de panneaux en matière plastique sur des poteaux en plastique dans les virages aurait nettement réduit l'intensité du choc avec le poteau.

## La manipulation a une influence sur les systèmes d'aide à la conduite

### Un camion emboutit une voiture de tourisme

#### Circonstances de l'accident :

en s'approchant de la fin d'un bouchon, le conducteur d'un véhicule de tourisme a ralenti son véhicule. Le conducteur d'un semi-remorque qui suivait a remarqué le freinage trop tard. Malgré une intervention de l'aide au freinage d'urgence automatique et la réaction de freinage et d'évitement amorcée ensuite par le conducteur du semi-remorque, il y a eu collision. La voiture a été projetée vers la droite et son conducteur mortellement blessé. Le semi-remorque a atteint sa position finale sur la voie de gauche.

#### Usagers impliqués :

semi-remorque, voiture de tourisme

#### Conséquences de l'accident/Blessures :

l'automobiliste a subi des blessures mortelles.

#### Cause / Problème :

pendant le constat d'accident, on a constaté que le chronotachygraphe n'était pas plombé. Il est ressorti de la reconstitution de l'accident et de l'examen technique du véhicule que ce dernier était manipulé de telle sorte que les capteurs indiquaient une vitesse trop faible. Il était ainsi possible de rouler à une vitesse supérieure à celle enregistrée et affichée. Étant donné que le signal de vitesse trop faible était également envoyé aux systèmes d'aide à la conduite, l'efficacité de ces systèmes était fortement altérée.

L'aide au freinage d'urgence intégrée avait reconnu la situation et amorcé l'avertissement du conducteur ainsi qu'un freinage d'urgence automatique. Étant donné que la vitesse initiale effective était nettement supérieure à la vitesse de 80 km/h autorisée et également prise en compte par le système, seule une réduction de vitesse nettement inférieure à celle nécessaire a été possible, ce qui n'a pas permis d'empêcher la collision.

#### Possibilités de prévention, atténuation des conséquences de l'accident ou approche relative aux mesures de sécurité routière :

Le conducteur du camion aurait pu éviter l'accident s'il avait été attentif à la circulation et avait respecté la vitesse maximale autorisée. Il aurait pu réagir à temps à l'embouteillage bien visible et éviter l'accident en freinant normalement ou, le cas échéant, en faisant une manœuvre d'évitement.

De plus, l'accident aurait pu être évité ou ses conséquences auraient pu être nettement moindres si l'aide au freinage d'urgence avait reçu les signaux de vitesse corrects pour réagir en conséquence. Dans des véhicules modernes et techniquement complexes, une modification apparemment simple peut avoir des conséquences importantes et souvent dangereuses.



- 1 Croquis de la position au moment de la collision
- 2 Lieu de l'accident
- 3 Dommages sur le camion
- 4 Dommages sur la voiture
- 5 Trace de freinage du camion et marque à l'endroit de la collision

## Une personne veut traverser la rue dans l'obscurité Une voiture heurte un piéton

### Circonstances de l'accident :

un conducteur roulait dans un léger virage à gauche sur une route de campagne. À un carrefour avec un passage pour piétons, un jeune alcoolisé a quitté un groupe et s'est engagé sur la voie opposée alors que le feu était rouge pour lui. Le jeune a perçu le danger d'une voiture qui s'approchait et a commencé à courir. Dans le sens de la marche, il a couru de la gauche sur la voie de la voiture, qui l'a heurté et blessé mortellement.

### Usagers impliqués :

voiture, piéton

### Conséquences de l'accident/ Blessures :

le piéton a été blessé mortellement

### Cause / Problème :

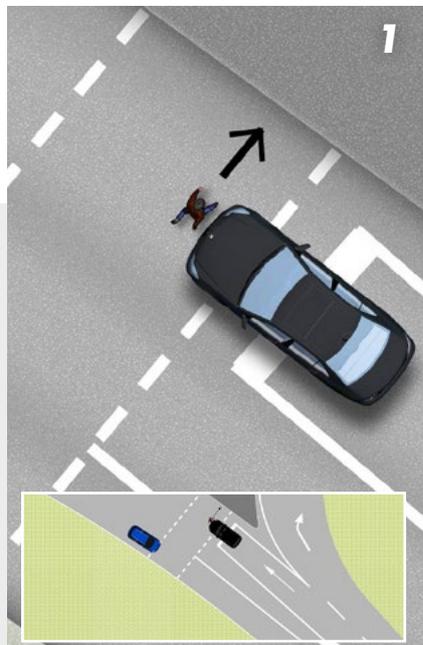
en raison des vêtements foncés à faible contraste du piéton ainsi que d'une visibilité difficile due aux feux de croisement d'un véhicule qui arrivait en face, le conducteur de la voiture n'a vu le piéton que très tardivement. Le virage a également contribué à ce que le piéton se trouve dans le champ de vision périphérique du conducteur lorsqu'il s'est engagé sur la chaussée.

### Possibilités de prévention, atténuation des conséquences de l'accident ou approche relative aux mesures de sécurité routière :

pour représenter la situation sur place, une expertise de l'éclairage a été effectuée. Si l'on part du principe que le conducteur doit, dans le cadre d'une perception périphérique, reconnaître les deux jambes en mouvement du piéton pour en dériver un appel à réaction, le piéton n'a été reconnaissable pour lui que lorsque l'accident n'était déjà plus évitable dans l'espace.

En Allemagne, en moyenne la moitié de tous les accidents qui impliquent des piétons se produit dans l'obscurité et au crépuscule. Pour que les caméras et les capteurs des aides au freinage d'urgence et des assistants de vision nocturne perçoivent plus de choses que l'œil humain, plusieurs éléments doivent être combinés de manière intelligente, par exemple des capteurs à radar/Lidar. Les risques sont ainsi reconnus à temps et une réaction rapide est possible.

Pour le piéton, l'accident aurait été évitable s'il n'avait pas traversé la rue au feu rouge ou s'il avait laissé passer la voiture, qui était bien visible.



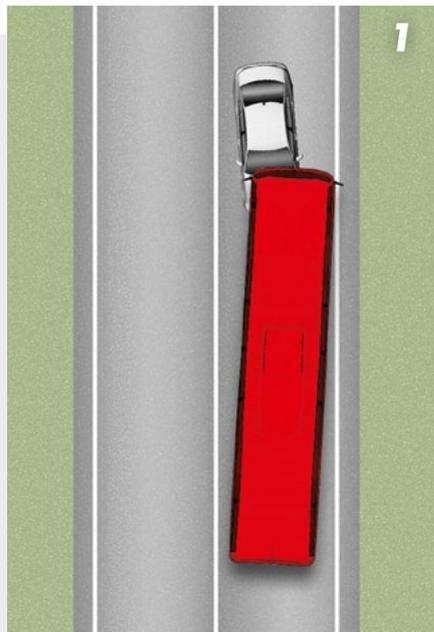
- 1 Croquis de la collision
- 2 Perspective de l'automobiliste
- 3 Dommages et traces sur la voiture
- 4 Position d'appel à réaction (perspective de la caméra de luminance)
- 5 Position d'appel à réaction (perspective de l'œil humain)

## Scénario d'accident fréquent

### Collision frontale entre un bus et une voiture

#### Circonstances de l'accident :

une voiture et un bus roulaient en sens inverse dans l'obscurité sur une route nationale. Malgré des chutes de neige, la route était praticable, puisqu'elle avait déjà été déblayée et salée. Les marquages au sol étaient bien reconnaissables. Sans raison apparente, le conducteur de la voiture s'est retrouvé sur la voie de la conductrice du bus. Celle-ci a réagi en freinant et en faisant une manœuvre d'évitement, mais sans réussir à éviter la collision. Il y a eu une collision frontale avec un chevauchement de 90 % pour la voiture et d'environ 50 % pour le bus.



- 1 Croquis de la collision
- 2 Lieu de l'accident
- 3 Dommages du bus
- 4 Place du conducteur du bus
- 5 Dommages de la voiture
- 6 Lieu de la collision avec les marques de la collision sur la voie du bus



#### Usagers impliqués :

voiture de tourisme, autocar

#### Conséquences de l'accident/Blessures :

l'automobiliste a subi des blessures mortelles, la conductrice du bus a été gravement blessée.

#### Cause / Problème :

même si les conditions étaient hivernales ce matin-là, il n'y avait ni verglas ni neige sur la route. L'état de la route n'explique pas la sortie du conducteur de la voiture de sa voie. De même, aucun des deux véhicules ne présentait un défaut technique qui aurait provoqué ou favorisé l'accident. A posteriori, il n'a plus été possible de constater si le conducteur du véhicule accidenté s'était retrouvé sur la voie opposée en raison d'une distraction, d'un microsommeil ou de problèmes de santé.

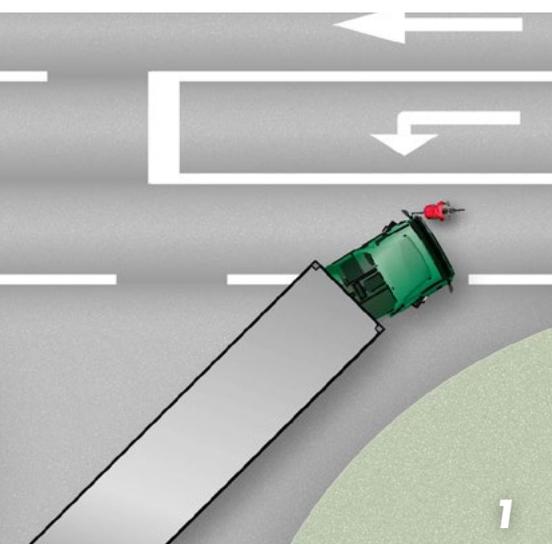
#### Possibilités de prévention, atténuation des conséquences de l'accident ou approche relative aux mesures de sécurité routière :

Ce matin-là, les marquages au sol (ligne médiane continue, marquage des bordures) étaient très bien reconnaissables. Un assistant de trajectoire aurait bien pu détecter ces marquages. Il aurait pu avertir le conducteur à temps ou l'empêcher de quitter sa voie en intervenant sur le volant/les freins. En cas de microsommeil, un assistant de vigilance aurait pu avertir le conducteur.

Le perfectionnement de la détection de véhicules qui arrivent en face en vue d'améliorer constamment les assistants de trajectoire et de freinage d'urgence doit se poursuivre. Il est important que, dans la mesure du possible, cette technologie soit utilisée dans toutes les catégories de véhicules.

Il faut absolument s'interdire de se laisser distraire de la circulation routière par des smartphones, des systèmes d'infodivertissement ou à cause d'autres activités étrangères à la conduite.

## Véhicule venant de la gauche passé inaperçu Un camion heurte un pédélec



- 1 Croquis de la collision
- 2 Lieu de l'accident
- 3 Véhicules impliqués
- 4 Réduction de l'angle de visibilité montant A
- 5 Assistant de changement de direction actif

### Circonstances de l'accident :

un camion sortait de l'autoroute en plein jour et voulait tourner à droite sur une route (il avait mis son clignotant). Sur cette route prioritaire, un conducteur de pédélec arrivait de la gauche sur le bord droit de la route. Le conducteur du camion a ralenti et s'est engagé sur la route. Il y a alors eu une collision entre le conducteur du pédélec et l'angle avant gauche du camion. Le conducteur du pédélec a été écrasé par la roue avant gauche du tracteur de semi-remorque et est décédé sur les lieux de l'accident.



### Usagers impliqués :

camion, pédélec

### Conséquences de l'accident/ Blessures :

le conducteur du pédélec a subi des blessures mortelles.

### Cause / Problème :

le camion était équipé d'un assistant de changement de direction. Celui-ci a également été activé lorsque le clignotant a été mis. Cependant, le système ne détecte que ce qui se passe du côté droit du véhicule. Comme le conducteur du pédélec est arrivé par la gauche, le conducteur du camion n'a pas été averti.

Il était difficile pour lui de voir le conducteur du pédélec en s'approchant du croisement, car ce dernier était la plupart du temps caché par le montant A gauche et les rétroviseurs.

### Possibilités de prévention, atténuation des conséquences de l'accident/ Approche en matière de mesures de sécurité routière :

L'accident aurait pu être évité si le conducteur du camion avait complètement freiné son véhicule et respecté la priorité du conducteur de pédélec. Des limitations de la visibilité directe et indirecte des conducteurs de camions entraînent toujours de grandes zones qu'ils ne peuvent pas voir. En raison des vitesses souvent assez élevées des conducteurs de pédécals et de leur silhouette fluette en comparaison, ils courent un grand risque de se trouver dans un angle mort. Des zones de croisement optimisées pour qu'on puisse s'y engager de manière rapide et fluide peuvent ici accroître le risque.

En raison de l'électrification dans le domaine des vélos et de l'augmentation du nombre de pédécals et de vélos électriques rapides, on les rencontre également très souvent sur des routes hors agglomérations. Les conducteurs doivent de plus en plus fréquemment s'attendre à rencontrer des cyclistes rapides et ils doivent adapter leur comportement au volant en conséquence.

Il est souhaitable de perfectionner les systèmes d'assistance de changement de direction afin qu'ils couvrent également des situations comme celle-ci ou l'utilisation lors de la circulation à gauche.

Pour le conducteur du pédélec, le seul moyen d'éviter l'accident aurait été de renoncer à sa priorité. Les cyclistes devraient avoir conscience de la visibilité souvent mauvaise depuis un camion, à laquelle s'ajoute la grande complexité de la conduite lors de manœuvres de changement de direction.

## Dans l'angle mort

### Une voiture de tourisme entre en collision avec une moto

#### Circonstances de l'accident :

un camion, une voiture et une moto roulaient (dans cet ordre) sur la voie de gauche d'un échangeur d'autoroute. Le motocycliste et l'automobiliste ont tous deux décidé de doubler le camion à droite. En changeant de file pour se mettre à droite, la voiture est entrée en collision avec la moto. Celle-ci était à droite à côté de la voiture. Les deux véhicules se sont touchés à une vitesse semblable. Le motocycliste est tombé, a glissé sur la chaussée et est resté immobile grièvement blessé sur la bande d'arrêt d'urgence.

#### Usagers impliqués :

voiture, moto, indirectement un camion

#### Conséquences de l'accident/ Blessures :

le motocycliste a été grièvement blessé, le conducteur de la voiture légèrement.

#### Cause / Problème :

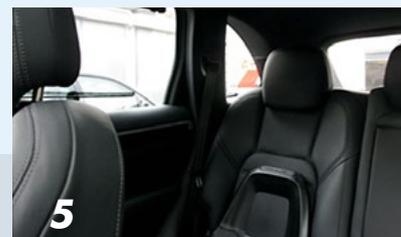
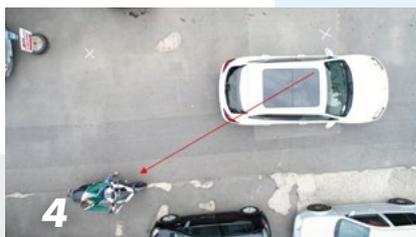
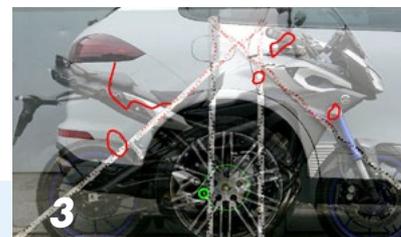
la collision était due au fait que tant l'automobiliste que le motocycliste voulaient dépasser de manière non autorisée par la droite le camion qui roulait sur la voie de gauche.

A posteriori, on ne peut plus reconstituer si le motocycliste aurait pu être vu par l'automobiliste, même si ce dernier avait regardé de manière conséquente dans les rétroviseurs et par-dessus son épaule. En voiture également, il y a des angles morts que le conducteur ne peut voir ni directement, ni dans les rétroviseurs. Si le motocycliste se trouve à droite et légèrement décalé vers l'arrière, à distance de la voiture, l'automobiliste ne peut pas le voir.

#### Possibilités de prévention, atténuation des conséquences de l'accident ou approche relative aux mesures de sécurité routière

L'accident aurait été évité si l'automobiliste et le motocycliste avaient respecté le code de la route et n'avaient pas essayé de dépasser à droite. Il n'a pas été possible de clarifier pourquoi le camion n'avait pas respecté l'obligation de rouler à droite.

Cet accident aurait éventuellement pu être évité si les deux usagers qui voulaient dépasser avaient signalé à temps et clairement leur intention de changer de voie en actionnant leurs clignotants. Si la voiture avait été équipée d'un détecteur d'angle mort, celui-ci aurait aver-



1 Croquis de la collision

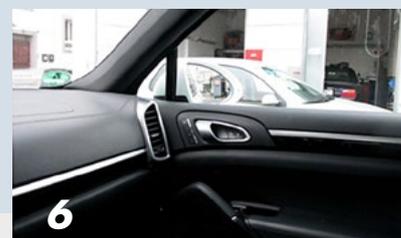
2 Lieu de l'accident

3 Correspondance des dommages

4 Position dans l'angle mort

5 La moto n'est pas visible directement (regard par-dessus l'épaule)

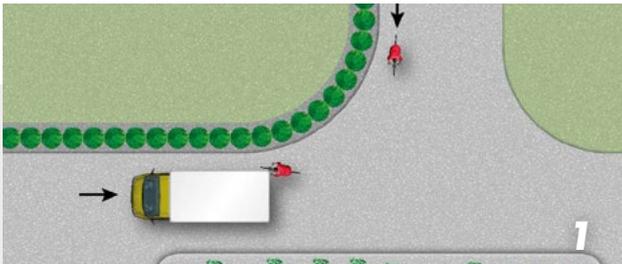
6 La moto n'est pas visible indirectement (rétroviseurs)



ti le conducteur de la présence de la moto. Le conducteur aurait alors pu interrompre le changement de voie à temps s'il avait tenu compte de l'avertissement. Ce détecteur émet un aver-

tissement optique dans le rétroviseur extérieur. Dans des situations particulièrement critiques, certains systèmes émettent également un avertissement acoustique.

## Un détecteur d'angle mort avec fonction de freinage d'urgence aurait pu être utile Un pédélec heurte une camionnette qui roule en marche arrière



1 Croquis du déroulement de l'accident et position de la collision 2 Lieu de l'accident 3 Véhicules impliqués  
4 Vue depuis le pédélec 5 Reproduction de la vue de la caméra et dans le rétroviseur droit 6 Vue supposée avant la collision

### Circonstances de l'accident :

dans une zone résidentielle, une camionnette roulait en marche arrière dans une rue étroite. Dans le même temps, une conductrice de pédélec voulait tourner à droite dans cette rue à un croisement en T. Dans la zone de l'intersection, la vue est bloquée par une haie et une clôture. Directement après que la conductrice du pédélec a eu tourné, elle est entrée en collision avec l'angle arrière droit de la camionnette. Elle a chuté et a été grièvement blessée.

### Usagers impliqués :

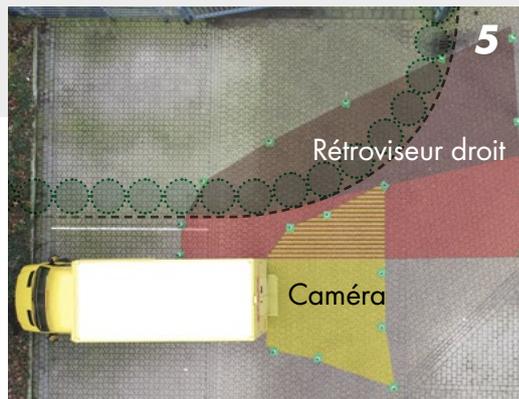
camionnette, pédélec

### Conséquences de l'accident/ Blessures :

la conductrice du pédélec a été grièvement blessée.

### Cause / Problème :

la visibilité des deux usagers de la route l'un sur l'autre était fortement limitée par une haie et une clôture. La conductrice du pédélec n'a pu voir la camionnette que juste avant la collision, après avoir pris le virage. Pour le conducteur de la camionnette, dont le véhicule est équipé d'une caméra de recul, le pédélec n'a été que brièvement visible dans le rétroviseur droit et ne l'a été dans la caméra de recul que juste avant la collision.

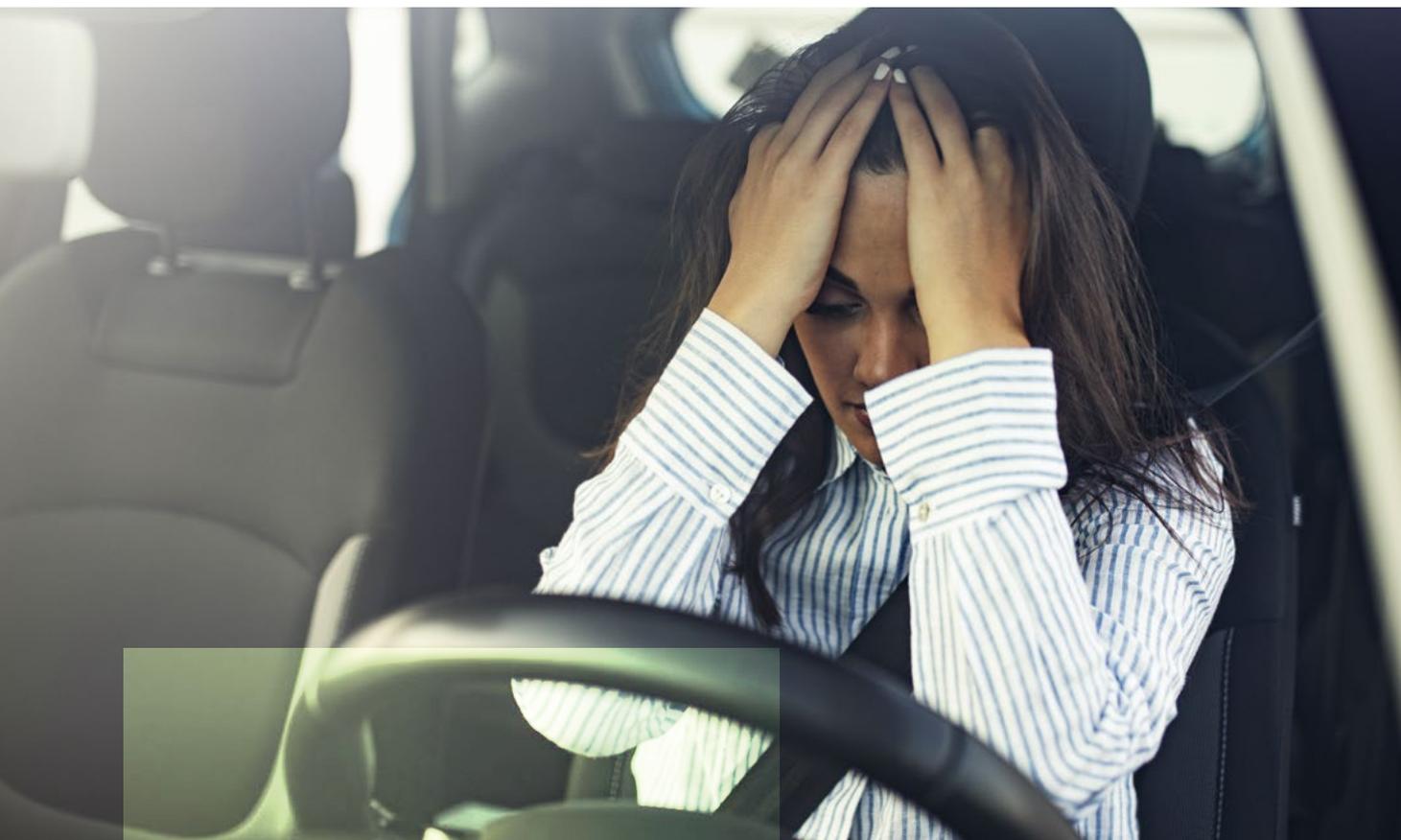


### Possibilités de prévention, atténuation des conséquences de l'accident ou approche relative aux mesures de sécurité routière :

La conductrice du pédélec aurait pu éviter l'accident si elle s'était attendue à ce qu'un véhicule assez large arrive « en sens inverse » de la rue résidentielle prioritaire, ou si elle avait remarqué les feux de recul allumés et freiné en conséquence.

Il faut se familiariser avec les accélérations et les vitesses plus importantes des pédélecs. Des formations de sécurité correspondantes sont instamment recommandées et cette expérience aurait peut-être aidé la conductrice du pédélec à réagir autrement dans cette situation et, éventuellement, à réduire les conséquences de l'accident.

Même si le conducteur de la camionnette a bénéficié du soutien d'une caméra de recul, sa zone de couverture n'a pas pu signaler le pédélec à temps. Un assistant de recul avec fonction de freinage d'urgence est notamment souhaitable pour les véhicules de livraison et de coursiers qui sont surtout utilisés dans les agglomérations. Cela aurait du moins permis de réduire la vitesse de collision de la camionnette. Un meilleur système vidéo de recul ou un avertisseur acoustique de recul auraient peut-être permis d'éviter l'accident ou, du moins, d'en réduire les conséquences.



## Stress et distraction dus à une commande trop compliquée ?

Afin de compenser dans une certaine mesure les erreurs humaines et les comportements inappropriés au volant d'un véhicule motorisé, depuis des années l'industrie automobile mise de plus en plus sur des systèmes d'aide à la conduite capables de détecter des situations de trafic à temps, de mettre en garde contre des dangers éventuels et d'intervenir activement si nécessaire. Il est incontestable que cela permet d'éviter des accidents ou, du moins, d'en réduire les conséquences. Mais il ne faut pas oublier que le degré d'automatisation toujours plus élevé accroît sans cesse la complexité des systèmes et que la technique ne reste peut-être que partiellement maîtrisable pour l'être humain.

L'automatisation croissante de la circulation motorisée, dont on espère entre autres moins d'accidents avec des dommages corporels, donc moins de tués et de blessés, ne peut pas être stoppée. Pour améliorer durablement la sécurité routière, il est cependant essentiel d'optimiser les forces tant humaines que techniques. Alors que la technologie peut réaliser de manière tout à fait fiable et sans erreur des opérations définies comme compter, mesurer ou faire le lien entre un stimulus et une réaction, et ce, également de manière durable et sans perte de qualité dans les limites du système, les points forts de l'être humain sont l'intuition, une compréhension de la circulation malgré des conditions complexes et une prise de conscience rapide de la situation. En revanche, être multitâche n'est pas vraiment un point fort de l'être humain, étant donné que sa capacité à traiter simultanément des informations qui proviennent de canaux d'entrée différents est limitée.

Cela plaide en faveur d'une interface coopérative humain-machine qui adapte la technologie à la compétence de conduite avec ses limites neurobiologiques tout en compensant les restrictions de la perception et des capacités de performance humaines pour éviter les actions erronées. À tous les niveaux de la conduite assistée, la technologie doit aider le conducteur à conduire à l'aide d'informations, d'avertissements ou d'une régulation mécanique sans le solliciter encore plus ou limiter ses responsabilités. Pour ce faire, le conducteur doit cependant connaître le fonctionnement ainsi que les limites des systèmes d'aide à

## Il est indispensable d'expliquer les capacités et les limites des systèmes pour qu'ils soient bien acceptés

**Prof. Dr Andreas Riener**

Professeur de Human Machine Interface & Virtual Reality  
à l'université technique d'Ingolstadt (THI)



**Il ne fait aucun doute que la technologie de la conduite automatisée, connectée et autonome offre de grandes opportunités d'améliorer la sécurité routière ainsi que le confort du conducteur et des passagers. Cependant, on parle souvent au grand public de la conduite automatisée comme d'un ensemble de systèmes qui permettent de dormir, de lire et de manger pendant le trajet. Il va de soi que ça n'est pas encore une réalité.**

Les différents niveaux d'automatisation sont un autre problème dans le débat public. Il ne faut toutefois pas oublier que ce n'est pas le véhicule qui correspond à un certain niveau d'automatisation, mais que c'est l'automatisation qui est définie au niveau fonctionnel. Un véhicule automatisé peut, par exemple, être équipé d'une alerte de franchissement de ligne (automatisation de niveau 1), comprendre une aide à la conduite dans les embouteillages (automatisation de niveau 3) et être doté d'un dispositif de stationnement pour « service de voiturier » dans un parking (automatisation de niveau 4). La multitude des fonctions disponibles dans certaines situations et à différents niveaux d'automatisation montre clairement combien il est difficile pour le consommateur final de comprendre la complexité des systèmes, donc, d'une part de leur faire confiance et, d'autre part, également de connaître les limites des systèmes, c'est-à-dire leurs domaines de compétence.

D'une manière générale, les systèmes automatisés ne doivent pas donner l'impression de tout pouvoir faire, d'autant

plus que le conducteur doit être prêt à tout moment à reprendre le contrôle si le véhicule le lui demande, du moins jusqu'à l'automatisation de niveau 3. C'est pourquoi, de mon point de vue, une compréhension fondamentale du domaine opérationnel de conception (Operational Design Domain), dont le rôle est essentiel pour la sécurité, notamment des véhicules hautement automatisés, revêt une importance décisive. J'entends par-là les conditions d'exploitation ou les conditions préalables spécifiques dans lesquelles les systèmes fonctionnent.

Je suis donc d'avis que les constructeurs, notamment, sont plus que jamais tenus d'informer avec la plus grande précision sur ce que les différents systèmes sont capables de faire, la manière dont ils se comportent dans une situation de circulation définie et pourquoi ils le font. Ces explications sont également indispensables dans le contexte de la plus grande acceptation possible des systèmes automatisés par la société. Le fait est que, par exemple, si un constructeur haut de gamme propose une fonction d'aide, les

consommateurs ont habituellement une entière confiance dans son fonctionnement. Mais s'il se passe quelque chose, il faut longtemps pour rétablir cette confiance. Par ailleurs, de nombreux systèmes sont mal paramétrés et requièrent trop de confirmations du conducteur pour savoir ce qu'ils ont le droit de faire ou non. Le conducteur est infantilisé et cela peut l'agacer.

Quel que soit le niveau d'automatisation d'un véhicule, il ne faut pas oublier que c'est un être humain qui est au volant et qu'il peut faire des erreurs et être dépassé par les systèmes montés. Il faut donc bien tenir compte de l'interaction humain-machine. On pourrait également imaginer des formations à intervalles réguliers où il faudrait prouver qu'on sait se servir des systèmes, surtout dans le cas de la demande de reprise de contrôle au niveau 3. Enfin, l'utilisation de systèmes automatisés devrait faire partie intégrante de la formation à la conduite, notamment pour les niveaux d'automatisation plus faibles, où une coopération entre le conducteur et le véhicule est fréquente.

la conduite et le niveau d'automatisation et se sentir tenu d'en faire une utilisation conforme à l'usage prévu.

Même si, dans un premier temps, des éléments de tâches de conduite simples seront essentiellement délégués à la machine, il faut craindre un recul de capacités et d'aptitudes humaines importantes pour la conduite. Cette « déqualification » a déjà été décrite il y a environ 40 ans par Lisanne Bainbridge dans un article intitulé « Ironies de l'automatisation ». Le message central de ce concept est : plus l'automatisation progresse, moins l'être humain est capable de la maîtriser. Suivant la devise « C'est en forgeant qu'on devient forgeron », ne plus avoir l'opportunité de s'exercer a exactement l'effet inverse : une perte de compétences

lorsqu'on n'exerce pas des capacités et des aptitudes importantes pour la conduite (« use it or lose it »/utilisez-les ou perdez-les), ce qui rend difficile la maîtrise rapide, fiable et adéquate dans une situation dangereuse.

### Une confiance exagérée dans le système technique

Un autre effet secondaire indésirable est le manque de stimulation, caractérisé par la diminution de l'activation et de l'attention permanente du

## Un risque perçu comme faible peut inciter à rouler plus vite

conducteur. Ce surmenage dû au manque de stimulation est décrit dans la « loi de Yerkes et Dodson » : c'est à un niveau d'activation moyen que les personnes font le moins d'erreurs et réalisent les meilleures performances. Si l'activation est trop faible, des signaux importants risquent de ne pas être remarqués. Dans un même temps, une activation trop faible et la monotonie qui en résulte pour le conducteur l'incitent à mettre fin à cet état, la plupart du temps ressenti comme négatif, et à se tourner activement vers un environnement plus stimulant. Cela entraîne des effets de distraction provoqués délibérément, par exemple en utilisant des systèmes de communication et d'information, comme une tablette ou un téléphone mobile. La liste des « risques et effets secondaire » de la conduite hautement automatisée pourrait être poursuivie à l'infini.

Sur la base d'informations déjà enregistrées, le cerveau humain génère des valeurs escomptées relatives à de futures défaillances possibles de l'automatisation. Si tout fonctionne toujours comme prévu, sans défaillances et efficacement, le modèle de prévision cognitif signale un « fonctionnement parfait » et le cerveau réduit la qualité de sa surveillance. Une confiance exagérée dans le système technique s'installe, ce qui entraîne une surveillance insuffisante ou négligée de l'automatisation (partielle) par le conducteur ainsi que la délégation complète de la responsabilité au système automatisé. Simultanément, les systèmes d'assistance créent une fausse sécurité, ce qui peut avoir pour conséquence que le conducteur se sente protégé au mieux par

les aides électroniques et conduise éventuellement de manière plus risquée.

La « théorie de l'homéostasie du risque » établie en 1982 par Gerald J. S. Wilde offre une approche d'explication théorique de ce phénomène et prédit l'absence potentielle d'améliorations à long terme malgré l'utilisation de systèmes d'aide à la conduite. Selon cette théorie, les conducteurs perçoivent à tout moment un risque subjectif et le comparent constamment à un risque maximal accepté pendant le trajet. Si les valeurs divergent, les conducteurs adaptent leur comportement pour combler l'écart. Par exemple, si le risque perçu dépasse le risque accepté à cause d'une mauvaise visibilité, il peut être réduit en roulant moins vite. Cependant, si le risque est perçu comme étant inférieur au niveau de risque accepté, des comportements tels que, par exemple, une conduite plus rapide, peuvent en résulter, ce qui va de pair avec un risque d'accident objectivement plus élevé. On pourrait simplement dire : « croire en un ange gardien » induit par la technologie

*Que ce soit en ou hors agglomération : il n'est pas rare qu'une vitesse excessive ou inadaptée soit à l'origine d'accidents de la circulation graves*



## Des systèmes d'aide à la conduite peuvent sauver des milliers de vies

**Mar Cogollos**

Directrice de l'AESLEME (Asociación para el Estudio de la Lesión Medular = Association pour l'étude des lésions de la moelle épinière)



**Les technologies d'aide au conducteur utilisées dans le domaine automobile suppriment une série d'insuffisances graves qui sont déjà bien connues et peuvent être regroupées sous la rubrique « erreurs humaines ».**

On sait qu'environ 90 % des accidents de la circulation sont dus à ces erreurs humaines, entre autre une vitesse inadaptée, les distractions, la somnolence, une distance de sécurité insuffisante, etc. Et malgré les gros besoins en matière d'éducation routière, nous devons accepter que même avec des campagnes de sensibilisation constantes ainsi que des contrôles de police et des sanctions, il est pratiquement impossible de réduire le taux d'accidents et leurs conséquences catastrophiques à zéro, qui est pourtant la seule valeur acceptable.

Car même si nous savons tous ce que nous devons faire au volant, en traversant une rue ou bien en conduisant un scooter ou un vélo, nous trouvons toujours une excuse et nous disons : « Ah, il ne se passera rien. » Ou : « Je fais attention. » Ou : « Je ne respecte pas le stop parce que personne n'arrive. »

Les machines, ou systèmes d'aide à la conduite, ne sont pas influencées par ces ré-

flexions ou décisions individuelles, mais respectent les règles ou paramètres prescrits pour leur fonctionnement correct. Donc, plus les véhicules sont autonomes, moins il reste de marge pour l'erreur humaine au volant et ses conséquences tragiques.

Jusqu'à ce que l'autonomie sur la route soit complète, selon les résultats de différentes études, les systèmes d'aide du conducteur peuvent sauver des milliers de vies, soit grâce aux seules fonctions d'alerte optique et/ou acoustique, soit, à des niveaux d'automatisation plus élevés, grâce à la reprise du contrôle par le véhicule, par exemple pour initier un freinage en cas de risque de collision ou d'accident imminent.

Selon les connaissances les plus récentes, ces systèmes n'ont pas seulement pour fonction d'alerter le conducteur pour qu'il réagisse à un changement de voie brusque ou à un piéton qui traverse, mais ils garantissent également l'adaptation constante du comportement de conduite. Ainsi, par exemple, sur les flottes d'entreprises, les systèmes d'aide à la conduite et de télématique permettent d'identifier et de corriger les comportements à risque, ce qui peut entraîner un comportement de conduite plus sûr. Une utilisation dans le domaine de l'après-vente est également envisageable et est une bonne solution, étant donné que 44 % de la flotte totale des véhicules en Espagne a plus de 15 ans.

Nous, l'AESLEME, sommes donc d'avis que la technologie d'aide au conducteur est un complément idéal aux mesures d'éducation routière toujours nécessaires et contribuera dans un futur proche à réduire le nombre de morts sur la route à zéro.

modifie l'autocalibrage de la propension au risque et entraîne son augmentation.

### L'utilisation conforme est une condition essentielle

Le fait que trop d'erreurs d'automatisation altèrent la confiance accordée aux systèmes d'aide à la conduite respectifs est un autre problème. Par exemple, une fonction d'alerte réglée de telle manière qu'elle est trop sensible et envoie fréquemment des retours au conducteur ou déclenche trop de fausses alertes est souvent ressentie comme perturbante ou gênante. Cela réduit l'acceptabilité et la volonté de déléguer la responsabilité du contrôle au système. En plus d'une attitude positive envers le système d'aide à la conduite, l'utilité et la facilité d'utilisation per-

çues sont des composantes essentielles de l'acceptation. D'autres facteurs qui augmentent l'acceptation sont des avis favorables aux systèmes d'aide à la conduite dans l'environnement social ainsi que leur compatibilité et leur prix abordable. L'utilité perçue est définie comme la mesure dans laquelle une personne croit que l'utilisation d'un système déterminé améliorerait sa performance de conduite.

Indépendamment de leur acceptation, l'utilisation de ces systèmes techniques selon leur usage, sans les « forcer », est un facteur crucial. Les utilisateurs de systèmes (hautement) automatisés doivent également appliquer les consignes des constructeurs pour ne pas générer de nouvelles situations de danger. La question de savoir comment gérer les conducteurs qui ignorent sciemment les consignes des constructeurs ou les contournent se pose ici.

L'évolution constante des technologies d'information, de commande et de réglage offre des possibilités de configuration variées pour proposer des informations adaptées à la situation et au moment ainsi que des concepts de commande compréhensibles. De plus, la

*Les fonctions importantes pour la sécurité dans un véhicule ne doivent absolument pas être manipulées avec des écrans tactiles.*



configuration du cockpit peut s'orienter sur différents groupes d'utilisateurs, leurs besoins et leurs intérêts. Selon une prise de position écrite de la Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie (société allemande pour la psychologie de la circulation) sur les questions de la configuration ergonomique des véhicules rédigée en 2020, un transfert optimal des données pour soutenir le traitement des informations et l'orientation du conducteur devrait tenir compte des critères suivants : les informations doivent être fournies à temps et être pertinentes, spécifiques à la situation, adéquates et clairement compréhensibles. Elles doivent également être acceptées par le conducteur et l'inciter à adopter le comportement souhaité.

## Configuration efficace des interfaces humain-machine

Ces dernières années, des exigences en matière de concepts de commande efficaces et transparents ont été développées, en particulier pour les systèmes d'aide à la conduite. Comme il a déjà été mentionné, un système d'aide optimal doit remplir les critères de l'acceptation et de la facilité d'utilisation. La possibilité de contrôle et la transparence font notamment partie de ces caractéristiques. Les systèmes d'aide sont contrôlables, puisqu'ils soutiennent ou prennent en charge l'exécution de certaines tâches (partielles), mais peuvent également être désactivés. Ils doivent égale-

ment garantir dans toutes les situations que la délégation et la prise en main du contrôle du véhicule ont lieu sans erreurs, sans défaillances et suffisamment longtemps à l'avance.

Grâce à des systèmes d'aide transparents, le conducteur peut se faire une idée fiable de l'interaction humain-machine, donc également comprendre la logique du système. La simplicité d'un système et le fait qu'il soit facile d'apprendre à s'en servir sont autant d'autres facteurs qui favorisent une utilisation intuitive. Cela en augmente l'acceptation par les utilisateurs. Les systèmes à la structure complexe et dont l'utilisation est difficile à apprendre voient souvent leur acceptation réduite et sont, par conséquent, utilisés plus rarement ou, dans le pire des cas, mal utilisés.

L'interaction avec le système d'info-divertissement du véhicule (In-Vehicle Infotainment System ou IVIS) est devenue la tâche accessoire la plus exigeante des conducteurs. Des interfaces configurées de manière efficace permettent aux conducteurs de se servir du système avec un minimum de distraction pour ne pas les empêcher de conduire en toute sécurité. De nos jours, les systèmes d'information des véhicules sont souvent des écrans qui nécessitent d'effectuer des saisies en touchant des boutons. Dans de nombreux cas, seule une sélection de fonctions peuvent encore être commandées avec des boutons ou des touches. Avec l'introduction de nouveaux systèmes, le nombre de fonctions auxquelles les utilisateurs ont à faire augmente. Il est donc indispensable de développer une navigation par menu la plus efficace et la plus sûre possible sur la route.

## Les préférences des utilisateurs divergent

Il est ressorti de l'étude de différents designs de menus web que la performance de recherche des menus déroulants, où le guidage dans le menu se fait via un élément de commande qui permet de le dévelop-

per, est meilleure qu'avec des menus de sélection globaux et locaux. L'influence sur la recherche d'informations a été mesurée à l'aide de tâches de recherche et de navigation où l'utilisateur devait soit trouver le plus rapidement possible des informations concrètes, soit choisir un produit adapté parmi tous ceux proposés. Pour une tâche de recherche, les temps de commande étaient plus longs avec un menu de sélection global ou local qu'avec un menu déroulant.

L'approche adoptée lors du développement de systèmes d'aide est souvent de développer un système destiné à un utilisateur lambda. Cependant, des études montrent que les préférences des utilisateurs divergent. C'est pourquoi des systèmes à la configuration flexible et personnalisables peuvent présenter des avantages. Par exemple, on favorise des systèmes ACC qui permettent à l'utilisateur d'adapter les distances par rapport au véhicule qui le précède en fonction de ses propres préférences. Celles-ci, quant à elles, dépendent de l'état actuel ainsi que de l'humeur de l'utilisateur, et elles peuvent évoluer au fil du temps et avec l'expérience. Concernant les systèmes d'information et d'alerte, il est donc en principe recommandé de les concevoir de telle sorte qu'ils puissent être adaptés de manière flexible à des préférences changeantes.

### Configuration de cockpit moderne avec écrans tactiles

Les cockpits, qui, outre des boutons, se composent aujourd'hui de plus en plus d'écrans, ont une fonction importante pour la circulation automobile. Sur le tableau de bord, il y a souvent le compte-tours, le tachymètre, l'indicateur de niveau du carburant et divers témoins d'alarme et de contrôle. Les nouvelles générations relient des boutons ainsi que le tableau de bord via un concept de commande intégré et interactif au moyen d'un écran sensible au toucher, ledit écran tactile. Dans la plupart des véhicules, des écrans tactiles résistifs, composés de deux couches conductrices qui entrent en contact l'une avec l'autre lorsqu'on appuie dessus, sont montés.

Le perfectionnement continu des technologies d'écrans tactiles montre cependant que les écrans tactiles résistifs sont moins faciles à utiliser que les nouvelles technologies telles que, par exemple, les ondes d'ultrasons, la lumière infrarouge ou la mesure du changement de capacité. Ce type d'écrans tactiles nécessite une pression de contact plus faible, offre une meilleure résolution et prend en charge les saisies multitactiles.

Entre-temps, des technologies ont également été développées pour les saisies gestuelles. L'idée est de faire dans l'air certains gestes qui sont enregistrés par des capteurs ou des caméras et déclenchent certaines fonctions. Ces technologies de commande innovantes entraînent moins de saisies erronées et des temps de saisie plus courts. En même temps, l'acquisition d'expérience de l'utilisateur est favorisée et les risques en matière de sé-

curité routière, par exemple dus à la distraction, peuvent être réduits au strict minimum. À ce jour, il n'y a pas encore d'ensemble de gestes généralement acceptés et utilisés pour effectuer des saisies. Cependant, des études montrent qu'on favorise des concepts basés sur des gestes intuitifs et naturels, donc où les mouvements ressemblent à ceux utilisés pour la communication entre les personnes. De plus, on suppose que des saisies gestuelles conviennent mieux pour certaines fonctions d'info-divertissement que pour des tâches associées à la conduite primaire, par exemple l'actionnement du clignotant.

### Il semble recommandé de combiner les écrans tactiles et des touches séparées.

Le nombre de fonctions que les conducteurs peuvent commander par le biais d'écrans tactiles a augmenté au fur et à mesure du développement. Entre-temps, chez certains constructeurs, en plus des fonctions classiques comme l'utilisation du système de navigation ou des médias, des éléments de commande tels, par exemple, la climatisation, voire l'essuie-glace, peuvent être actionnés via des écrans tactiles. Fondamentalement, les écrans tactiles qui offrent un retour haptique sous forme de vibration ressentie par le doigt lors de saisies sont évalués positivement par les conducteurs en matière de facilité d'utilisation. Les éléments souvent utilisés pour la conduite primaire comme le clignotant le sont aujourd'hui encore avec des leviers, des boutons ou des touches placés près du volant. Les résultats d'une étude menée par l'ADAC (automobile club général d'Allemagne) étayent ce concept de configuration où des fonctions fréquemment utilisées et importantes pour la sécurité doivent être actionnées avec des éléments de commande séparés qui ne se trouvent pas trop loin en bas.

Les meilleurs résultats dans l'étude de l'ADAC ont été obtenus par des modèles de véhicules dotés de systèmes de commande basés sur des

**Les fonctions importantes pour la sécurité doivent pouvoir être utilisées rapidement**

contrôleurs commandés avec des boutons tournants. L'utilisation d'éléments de commande importants qui jouent un grand rôle dans la sécurité à l'aide de systèmes de menus numériques et de boutons électroniques (Buttons) sur l'écran tactile du système d'infodivertissement a donné de plus mauvais résultats. Une combinaison d'écrans tactiles ainsi que des touches séparées pour des fonctions fréquemment utilisées et importantes pour la sécurité paraît recommandable. Telle est la conclusion de l'étude de l'ADAC. La conclusion d'essais de DEKRA avec des volontaires, qui sont décrits en détail au chapitre Technologie, va à peu près dans le même sens.

Les écrans tactiles sont la meilleure alternative aux contrôleurs pour utiliser le système d'infodivertissement avec des fonctionnalités

comme la navigation, la communication ou l'utilisation des médias. Avec un écran de taille suffisante, de grandes surfaces de contact et une performante de calcul puissante qui garantit une utilisation fluide, la saisie via des écrans tactiles entraîne des temps de saisie courts, moins de distraction et un retour positif des utilisateurs. De plus, la saisie via un contrôleur prend plus de temps que les saisies sur écran tactile, ce qui entraîne des durées de distraction plus longues pendant la conduite.

## Risques d'accident en cas d'autopartage

La configuration efficace des interfaces humain-machine devient d'autant plus urgente pour l'avenir que des véhicules aux équipements techniques et ergonomiques différents sont utilisés par différentes personnes. En effet, notamment dans le contexte du changement climatique et d'un développement urbain durable, les nouveaux concepts de mobilité nécessaires englobent également, en plus de solutions techniques innovantes, de nouvelles formes d'organisation des usagers de la route

## Les statistiques de la route ne mentent pas : trop de personnes continuent à mourir sur nos routes

*Directeur du secrétariat du Conseil national pour la sécurité routière, ministère de la république de Pologne*



**Konrad Romik**

**Bien que la Pologne fasse partie du groupe de neuf pays qui ont enregistré en 2021 un recul du nombre de tués sur la route et soit parmi les cinq pays dans lesquels le nombre de tués a baissé plus fortement que la moyenne dans l'UE par rapport à 2019 (moins 13 %), elle a encore beaucoup de retard à rattraper.**

Le programme national de sécurité routière (National Road Safety Programme/NRSP) 2021-2030 définit des objectifs spécifiques ainsi que des priorités pour les mesures dont la mise en œuvre a pour objectif d'entraîner une amélioration essentielle de la sécurité sur les routes polonaises. Le NRSP 2021-2030 mentionne deux objectifs prioritaires principaux à atteindre d'ici 2030 : la réduction de 50 % du nombre de tués sur la route et la baisse de 50 % du nombre de blessés graves lors d'accidents de la route par rapport à 2019. Nous mettons par ailleurs systématiquement les programmes acceptés pour le NRSP 2021-2030 en œuvre de telle manière que les synergies des changements dans le triangle humain-infrastructure-véhicule soient maintenues.

Le Conseil national pour la sécurité routière et le ministère de l'Infrastructure mettent constamment en œuvre des mesures de sensibilisation et d'information. De plus, une série de changements sont mis en place, entre autres dans les dispositions légales, pour améliorer la sécurité sur les routes polonaises.

Le 1<sup>er</sup> juin 2021, les dispositions modifiées du code de la route sont entrées en vigueur : la vitesse autorisée en agglomération a été uniformisée indépendamment de l'heure de la journée, la protection des piétons aux passages pour piétons a été augmentée, une obligation d'extrême prudence envers les piétons imposée et

la distance de sécurité entre les véhicules sur les autoroutes et les voies rapides a fait l'objet d'une réglementation. Les modifications légales mentionnées ci-dessus ont été accompagnées d'une campagne nationale d'information et de sensibilisation des conducteurs et des piétons.

Par ailleurs, le 1<sup>er</sup> janvier 2022, des prescriptions destinées à améliorer la sécurité routière et augmentant les sanctions pour les infractions les plus lourdes sont entrées en vigueur. Ces modifications englobent une augmentation des amendes pour les excès de vitesse ainsi que des sanctions sévères pour les infractions routières envers des piétons, ainsi que pour la conduite sous l'emprise de l'alcool ou d'autres drogues. Ces nouvelles modifications ont bien sûr été accompagnées d'une campagne dans la société pour informer le grand public des changements et des conséquences du non-respect des prescriptions.

Des modifications du système de points font partie des autres changements entrés en vigueur le 17 septembre 2022. Ainsi, par exemple, la prolongation du délai de restitution des points de un à deux ans, l'augmentation de la sanction unique de 10 à 15 points pour les infractions routières les plus graves ainsi que la mise en place du dit fait de récidive, selon lequel le conducteur paie le double s'il commet à nouveau une infraction dans les deux ans.



*Autopartage ou location : avant de se mettre au volant, on devrait absolument se familiariser avec les fonctions les plus importantes du véhicule et leur utilisation.*

qui incluent l'autopartage, c'est-à-dire le concept d'une utilisation commune de véhicules au lieu de les posséder individuellement. De même qu'une utilisation renforcée des transports publics, l'autopartage peut réduire le trafic, faciliter la mise en réseau avec d'autres moyens de transport, donc un choix multiple de moyens de transport, et réduire les besoins en surfaces de stationnement et de circulation.

En même temps, l'autopartage est synonyme de détachement de modèles de comportement symboliques et émotionnels au volant qui sont normalement liés à la possession et au droit de propriété sur un véhicule motorisé privé. Différentes études montrent que cette nouvelle forme de comportement des utilisateurs peut également devenir un risque pour la sécurité. Ainsi, par exemple, des données collectées en 2014 à Sydney (Australie) ont montré que les utilisateurs de l'autopartage étaient plus souvent impliqués dans des accidents lorsqu'ils ne possédaient pas eux-mêmes de voiture, n'avaient pas le permis depuis longtemps, avaient déjà eu des accidents dans les dix dernières années et avaient parcouru plus de kilomètres qu'auparavant la dernière année avant leur participation à l'étude. Les conducteurs d'autopartage impliqués dans un accident étaient plus susceptibles d'être considérés comme responsables lorsqu'ils avaient parcouru moins de 1 000 kilomètres au cours de l'année précédente et n'utilisaient généralement que rarement une voiture. Par ailleurs, il est ressorti d'une analyse publiée en Corée en 2019 que le nombre d'accidents dans les villes étudiées avait augmenté après la mise en place d'offres d'autopartage et que ces offres avaient surtout un impact sur le nombre d'accidents de conducteurs expérimentés (qui avaient le permis depuis plus de trois ans).

En raison du manque d'études en Europe et plus particulièrement dans les pays germano-

phones, un groupe de chercheurs de Vienne (Autriche) s'est penché sur ce sujet et a étudié de plus près l'autopartage dans le contexte de la sécurité routière à l'aide d'une enquête en ligne. Pour ce faire, des utilisateurs (n = 125) et des non-utilisateurs (n = 194) d'autopartage ont été interrogés. De plus, des interviews qualitatives et des discussions modérées avec des utilisateurs (n = 6) et des non-utilisateurs (n = 6) d'autopartage ont été menées pour en dériver des champs d'action et des propositions d'améliorations de la sécurité routière concernant l'autopartage.

## Initiation à l'utilisation des véhicules

Les résultats de l'enquête auprès des utilisateurs d'autopartage ont entre autres montré que 54 % se familiarisaient avec le véhicule d'autopartage et ses réglages avant de prendre le volant. Cependant, 18 % seulement s'intéressaient aux systèmes d'aide à la conduite. Environ la moitié des personnes interrogées (52 %) ont indiqué n'investir que deux minutes au maximum pour s'informer des conditions préalables à la mise en marche du véhicule. L'activation lors de la prise en charge du véhicule ainsi que la familiarisation avec les fonctions de base du véhicule en font partie. C'est possible en deux minutes de manière très superficielle et aléatoire. En outre, 37 % des personnes interrogées ont indiqué ne pas connaître du tout ou ne plutôt pas connaître les systèmes d'assistance dans le véhicule d'autopartage. Il ne faut pas oublier que les concepts d'utilisation ainsi que les systèmes d'assistance présents dans différents véhicules d'autopartage peuvent être nettement différents. Une personne interrogée sur quatre a admis avoir déjà vécu une ou plusieurs fois des situations dangereuses avec de tels véhicules. 7 % ont déjà eu au moins un accident avec un véhicule d'autopartage.

Les utilisateurs comme les non-utilisateurs ont considéré que l'initiation à l'utilisation du véhicule était particulièrement importante pour améliorer la sécurité routière. Parmi les utilisateurs, 33 % ont indiqué qu'il pourrait être judicieux de changer le mode de facturation, qui est aujourd'hui basé sur la durée. En effet, les modèles tarifaires basés sur le temps rendent difficile l'évaluation du prix final, puisqu'on ne sait pas comment le trajet va se dérouler. Cela incite parfois à rouler plus vite ou de manière moins sûre. Étant donné que le temps d'utilisation commence avec le déverrouillage du véhicule, on consacre peu de temps à se familiariser avec le véhicule

avant de démarrer. Les prestataires d'autopartage pourraient donc, par exemple, mettre en place des minutes de bonus afin que les utilisateurs prennent suffisamment de temps pour se pencher sur l'équipement du véhicule, qu'ils ne connaissent souvent pas. Des indications relatives à l'utilisation du véhicule réservé devraient également être données sur la plateforme du prestataire d'autopartage.

### Effets négatifs des systèmes d'aide à la conduite

D'une manière générale, on entend par systèmes d'aide à la conduite des équipements supplémentaires électroniques qui doivent soutenir le conducteur dans certaines situations de conduite. Les concepts actuels sont caractérisés par de nombreuses solutions individuelles (information, alerte, soutien d'actions, exécution d'actions, intervention automatique dans la conduite du véhicule pour écarter un danger), en partie avec une prise d'influence sur le guidage longitudinal ou transversal ou bien sur la navigation. Ils peuvent se limiter à des tâches de conduite spécifiques comme le stationnement ou à des conditions de contexte comme les trajets de nuit. Ces aides technologiques sont destinées à réduire le risque d'accident, à augmenter le confort de conduite et à améliorer la rentabilité.

Mais tout ce qui brille n'est pas d'or : en effet, on attribue également aux systèmes d'aide à la conduite des effets négatifs sur la sécurité routière, notamment le fait qu'ils donnent un sentiment de sécurité exacerbé et amènent à

sous-estimer les conséquences de la distraction. Il existe aujourd'hui des preuves empiriques de ces deux phénomènes basées sur des études scientifiques. Dès 2010, une étude a été consacrée à la question de savoir si, après avoir utilisé un système d'aide au maintien de la trajectoire pendant un certain temps, les conducteurs lui accordent une confiance excessive qui les amène à adapter leur comportement de manière négative.

Pour ce faire, 30 automobilistes expérimentés (> 10 000 kilomètres parcourus dans les 12 derniers mois, âge > 30 ans) ont conduit sur des routes ordinaires en Allemagne, à savoir sur des tronçons d'autoroutes (245 kilomètres) et de routes (105 km). Le véhicule était équipé d'un système qui, en cas d'écart de trajectoire excessif, soutenait le conducteur grâce à des mouvements de volant actifs de guidage transversal du véhicule. Ces mouvements de volant sont nettement perceptibles pour les conducteurs. Pendant le trajet, le système a été désactivé à plusieurs reprises sans que le conducteur le sache. Les résultats de l'étude montrent que, lorsque le système d'aide au maintien de la trajectoire était activé, une distance significativement supérieure par rapport aux limitations de la chaussée/des voies était respectée en comparaison avec les trajets sans ce système ou bien avec ce système désactivé.

En 2010 également, dans le cadre d'une expérience en simulateur de conduite menée au Japon, on a examiné si, à long terme, l'efficacité des systèmes d'aide à la conduite (Advanced Driver Assistance Systems/ADAS) diminuait en raison de processus d'adaptation du conducteur. Pour ce faire, le comportement au volant avec et sans système de vision nocturne a été comparé. Dans le simulateur de conduite, les participants (n = 10) ont parcouru plusieurs fois un tronçon d'essai à deux voies (environ 12,2 kilomètres) dans différentes conditions, avec et sans système de vision nocturne (NVES). Pendant la série d'essais, les volontaires ont été confrontés de manière répétée à un événement à risque (un piéton surgit soudainement et de manière inattendue sur la chaussée).



*Mettre sa ceinture de sécurité reste le premier moyen de sauver des vies.*

## Ne vous laissez pas distraire lorsque vous conduisez

**Rosário Abreu Lima**

Directrice de la communication de  
l'Automóvel Club de Portugal



**Deux secondes suffisent pour provoquer un accident. On estime que 25 % des accidents de la route sont dus à l'inattention et que 25 à 30 % du temps de conduite total est consacré à des activités de divertissement. En détournant son regard de la route pendant deux secondes lorsqu'on conduit, on multiplie son risque d'accident par 20. Les plus petites inattentions peuvent avoir des conséquences dramatiques, voire mortelles. Que ce soit au volant, à moto, à vélo ou à pied : être usager de la route nécessite une attention à 100 %.**

Du fait de l'importance croissante des technologies dans le quotidien, en particulier au volant, nous sommes par exemple de plus en plus souvent distraits par notre smartphone ou par des affichages numériques lorsque nous sommes en voiture. Mais les technologies ne sont pas les seules à nous distraire, même si elles sont un facteur essentiel. Il est tout aussi dangereux de manger, de boire, de discuter avec les passagers du véhicule ou de chercher une station de radio que de téléphoner ou de chercher une destination dans le système de navigation ou de divertissement.

Cependant, lire ou écrire des messages est encore plus dangereux. Ces activités font partie de celles qui détournent le plus l'attention au volant. Il faut en moyenne cinq secondes pour lire ou écrire un message : cela correspond au temps qu'il faut pour traverser un terrain de football d'un bout à l'autre à une vitesse de 90 km/h, les yeux fermés.

Selon une étude de l'observatoire de l'Automobile Club Portugais ACP sur la situation des automobilistes portugais, la plus grande jamais menée au Portugal, utiliser le smartphone au volant est devenu un facteur de distraction inquiétant : 47 % des personnes interrogées ont déclaré téléphoner avec leur smartphone en conduisant, avec le kit mains libres ou même en le tenant à l'oreille. De plus, 70 % ont déclaré que leur véhicule n'était pas équipé d'un système de commande vocale.

Dans l'étude de l'observatoire de l'Automobile Club portugais, les participants étaient les moins favorables à une interdiction légale de l'utilisation du téléphone portable au volant : à peine 61 % des personnes interrogées se sont déclarées favorables à une sanction en cas d'utilisation du smartphone, même avec un kit mains libres.

On a observé qu'avant la manœuvre d'évitement en cas d'événement à risque, la pédale de frein était actionnée plus tôt dans les conditions d'essai « conduite avec système de vision nocturne (NVES) actif » qu'en cas de conduite sans système d'aide. Mais généralement, la vitesse du véhicule était plus élevée avant les événements critiques que pendant la conduite sans système de vision nocturne (NVES). Étant donné qu'on avait demandé aux participants à l'essai de choisir une vitesse qu'ils considéraient comme sûre, l'augmentation de la vitesse pourrait donc résulter d'une réaction d'adaptation du conducteur.

### Perception du risque modifiée

Une étude italienne menée en 2015 a examiné les conséquences sur le comportement et l'acceptation d'un système d'aide à la conduite plus complexe, qui évalue la circulation environnante avec des capteurs placés à bord du véhicule et alerte le conducteur lorsqu'il détecte un danger, mais n'intervient cependant pas activement. Le système d'aide à la conduite est doté de plusieurs fonctions et soutient continuellement le conducteur via différents canaux d'IHM. Ainsi, des informations visuelles sont données sur des écrans et des signaux d'alerte acoustiques sont émis. La tension de la ceinture de sécurité est un autre canal par lequel le système alerte le conducteur. Si le système détecte un danger, le conducteur reçoit une alerte dont l'intensité augmente en fonction du degré de risque. Concrè-

tement, le système alertait le conducteur avec un symbole sur l'écran lorsque la limitation de vitesse était dépassée. Si le conducteur approchait trop vite d'un virage, un symbole d'alerte s'affichait d'abord sur l'écran. À la fin, l'alerte s'intensifiait avec l'émission d'un signal d'alarme et une tension de la ceinture de sécurité.

Lors de l'essai sur le terrain avec 24 participants le long d'un tronçon d'essai long de 53 kilomètres sur autoroute et sur route, outre les influences positives sur le choix de la voie, le changement de voie et le respect de la vitesse prescrite, les effets secondaires indésirables ont également été observés. Il en est par exemple ressorti que pendant le trajet, bien que le système soit activé, les volontaires tournaient trop rapidement aux carrefours, donc de manière non adaptée à la situation. Par ailleurs, la distance latérale était insuffisante.

Pour finir, en 2021 l'efficacité des systèmes d'aide à la conduite (ADAS) a été étudiée en Chine à l'aide de « marges de sécurité » (Safety Margins/SM) comme indicateurs pour

Dans les prochaines années, la circulation routière sera de plus en plus caractérisée par la cohabitation de véhicules conventionnels et automatisés.



déterminer l'amélioration de la perception du risque par le conducteur lorsque des accidents avaient été évités de justesse. On entend par « marges de sécurité » les distances minimales que le conducteur souhaite respecter par rapport à d'autres usagers de la route. Il se sent alors en sécurité et ne ressent donc pas de danger. Cependant, si un conducteur ne respecte pas la marge de sécurité, il ressent un danger et fait, par exemple, une manœuvre d'évitement.

Dans le cadre de l'étude, au cours de trajets réels à Wuhan, le niveau de risque des conducteurs pendant des événements survenus lors du trajet alors que les systèmes d'aide à la conduite étaient activés ont été comparés au niveau de risque lorsqu'ils étaient désactivés. Les participants ont parcouru le tronçon d'essai une fois avec les systèmes d'aide à la conduite activés, puis trois mois plus tard avec les systèmes désactivés. Le système d'aide utilisé comprenait un avertisseur de franchissement de ligne, un avertisseur de collision frontale ainsi qu'un système de surveillance et d'alerte pour les distances de sécurité. Les conducteurs ayant une expérience de plus de 40 000 kilomètres ont été définis comme étant des conducteurs expérimentés (n=22) et ceux ayant parcouru moins de kilomètres comme étant des conducteurs inexpérimentés (n=22).

Pour l'analyse, pendant les trajets 424 accidents évités de justesse ont été extraits et répartis en trois groupes : risque faible (n=236), moyen (n=154) et élevé (n=34). Des indicateurs du ralentissement maximal pendant le freinage ainsi que la réduction en pourcentage de

l'énergie cinétique du véhicule ont été analysés. À un degré de risque croissant, le système d'aide à la conduite n'avait un effet significatif que sur les conducteurs inexpérimentés, mais pas sur les conducteurs expérimentés. Le gain de sécurité chez les conducteurs inexpérimentés augmentait donc avec le risque, tandis qu'il diminuait même légèrement chez les conducteurs expérimentés, ce qui montre que le système d'aide à la conduite altérait la performance des conducteurs expérimentés dans les scénarios à haut risque.

Les résultats inégaux parlent tant en faveur de gains que de pertes de sécurité qui s'expliquent par des styles d'évaluation mentaux. Le concept de « confiance dans l'automatisation », d'une part, et la théorie de « l'homéostasie du risque » déjà mentionnée, d'autre part, en font partie. Une confiance exagérée dans le système technique s'installe, ce qui entraîne une absence ou une négligence du devoir de prudence en tant que conducteur. Selon la devise « le système d'aide à la conduite arrangera tout », la responsabilité lui est déléguée et il est censé « dépanner » en cas de risque potentiel ou concret.

### Les systèmes d'assistance au conducteur sont également source de distraction

Il est bien connu que la distraction pendant la conduite est un thème très important pour la sécurité routière. Ainsi, par exemple, une analyse de l'évolution des accidents de la route menée aux États-Unis montre que dans 59 % des accidents observés, le conducteur avait porté son attention sur une activité annexe dans les secondes précédant l'accident. Le plus souvent, l'interaction avec des passagers (14,6 %), l'utilisation d'un téléphone mobile (11,9 %) et l'utilisation d'éléments du cockpit du véhicule (10,7 %) ont été constatées. Dans ce contexte, l'étude du centre technique d'Allianz (Allianz Zentrum für Technik) intitulée « Distraction et technologie moderne », publiée en 2023, est également intéressante. Les résultats ont entre autres montré que de nombreuses distractions liées à la technologie augmentaient pratiquement de moitié le risque d'accident. Ainsi, il est par exemple de 61 % pour l'écriture de messages avec le téléphone portable dans la main,

de 54 % avec des dispositifs fixés/montés, de 46 % pour l'utilisation de la navigation et de 56 % lorsqu'on se consacre à d'autres tâches alors que le système d'assistance est activé.

Une vaste analyse systématique de la littérature effectuée en 2021 en se référant à 29 travaux a notamment souligné l'importance de la distraction liée aux systèmes d'aide à la conduite, étant donné que de plus en plus souvent, le rôle du conducteur est passif et consiste à surveiller lorsque des tâches sont déléguées au système du véhicule. Ce manque de stimulation favorise la sensation de monotonie et d'ennui et contribue par ailleurs à un niveau d'activation réduit. Ce manque de stimulation est compensé en se consacrant à des activités étrangères à la conduite, qui sont sources de distraction.

Dans l'ensemble, les résultats montrent que les conducteurs se consacrent de manière accrue à des tâches annexes lorsqu'ils conduisent avec des systèmes d'aide à la conduite. Cela est imputé à une sollicitation du conducteur ressentie comme potentiellement plus faible en raison du soutien apporté par le système d'aide à la conduite respectif. De plus, les résultats laissent entrevoir que lorsqu'ils utilisent des systèmes d'aide à la conduite, les conducteurs observent plus intensément l'environnement du véhicule et ont, de ce fait, moins conscience de la situation.

D'autre part, les systèmes d'aide peuvent eux-mêmes devenir des sources directes de

distractions ou de perturbations. Une équipe de chercheurs de l'université de Padoue (Italie) s'est penchée sur ce phénomène en 2014 et a étudié les effets de signaux acoustiques sur le conducteur. Ces signaux sont émis par de nombreux systèmes d'aide à la conduite lorsque certains paramètres comme, par exemple, la vitesse dépassent certaines valeurs seuils. Lors d'une expérience dans un simulateur de conduite, les chercheurs ont étudié si ce type de signaux avait des effets sur le maintien sur la voie et la vitesse.

Sur un tronçon en ligne droite, les participants (n=26) ont entendu un seul signal acoustique continu de 4,55 secondes à l'approche d'une section dangereuse. Les résultats montrent que l'émission subite d'un signal acoustique peut déranger le conducteur ou l'effrayer, déclenchant ainsi des réactions motrices incontrôlées et involontaires. Concrètement, on a observé que les conducteurs relâchaient l'accélérateur, ce qui entraînait un net ralentissement. De plus, on a vu un léger mouvement de rotation du volant (« à-coup »), qui, en raison de l'effet de surprise, entraînait une courte déviation par rapport à la trajectoire correcte.

Ces fluctuations du respect de la trajectoire et de la vitesse sont probablement dues à des réflexes moteurs, puisqu'elles surviennent extrêmement rapidement (150 millisecondes après le début du signal acoustique). Ce bref laps de temps exclut la possibilité d'une participation de fonctions cognitives supérieures à ces réactions motrices. L'équipe de chercheurs renvoie au danger que représentent ces réactions déclenchées et rappelle que dans de telles situations, même des changements minimes du comportement du conducteur peuvent être décisifs pour le résultat de la manœuvre de conduite.

### Circulation mixte de véhicules conduits manuellement et de manière automatisée

Pour toutes les étapes de l'automatisation à la conduite entièrement automatique, les aspects critiques en matière de sécurité dépendent du contexte, notamment de la circulation mixte de véhicules aux niveaux d'automatisation divers attendue, de l'interaction directe de ces véhicules différents, du comportement d'autres usagers de la route ainsi que des défaillances, voire des pannes des systèmes.

Quelle que soit la vitesse à laquelle les niveaux d'automatisation s'imposeront chez l'ensemble des usagers de la route, pendant les décennies à venir il faut s'attendre à une circulation mixte de véhicules conventionnels et automatisés. Pour l'Allemagne, une étude menée par Prognos pour le compte de l'ADAC en 2018 ne prévoit les premiers chiffres d'immatriculations notables de véhicules neufs circulant comme purs « pilotes de porte à porte » (niveau 5) qu'à partir de 2040. Pour 2050, 0,5 à 2,1 millions de véhicules de ce type sont attendus. Il est encore difficile de dire aujourd'hui si et dans quelle mesure les véhicules automatisés des niveaux 3 à 5 seront alors effectivement utilisés. Il ne faut pas oublier que le choix du moyen de transport dépend considérablement d'expériences passées avec le moyen de transport dominant, les expériences d'utilisation qui en résultent et les habitudes prises.

Le but primaire du transport, à savoir faire un trajet de A à B, est complété par des motifs de déplacement dits secondaires, qui ont un caractère émotionnel. Conduire soi-même activement a une valeur de récompense intérieure grâce aux émotions qui accompagnent l'action, comme la joie ou le plaisir de conduire – par exemple pour les amou-

## La désactivation de l'automatisation peut avoir différentes raisons

reux des voitures anciennes – et est par ailleurs souvent associé à l'idée qu'on se fait de la vitalité, de l'indépendance et de la participation à la vie sociale. Cette fonction créatrice d'identité a pu être prouvée lors d'une étude menée en 2010. Ici, le stress ressenti par les personnes auxquelles le permis de conduire avait été retiré était même supérieur à celui résultant de la séparation d'un couple (par exemple un divorce) ou du chômage.

Tout ceci devrait réduire considérablement l'euphorie en faveur des véhicules autonomes et, paradoxalement, la réticence à acheter pourrait être encore plus forte. Étant donné que les véhicules devraient probablement coûter entre 100 000 et 200 000 euros et que le fonctionnement ainsi que la mise en œuvre des prescriptions légales engendrent des frais élevés, dans le segment des particuliers ce sont surtout des personnes d'un certain âge ayant le permis de conduire et assez à l'aise financièrement qui sont susceptibles de les acheter. Cependant, dans cette catégorie d'acheteurs, l'acceptation de tels véhicules est particulièrement faible.

### Perturbation de « l'harmonie du flux du trafic »

L'état des études sur l'intention d'utilisation et l'évaluation subjective de systèmes de conduite hautement et entièrement automatisés montre que l'attitude positive et l'ouverture envers ces véhicules sont plus prononcées chez les jeunes conducteurs hommes ainsi que chez les personnes qui ont un plus grand besoin de « recherche de sensations », donc de frissons, de divertissement et d'aventure. On peut cependant s'attendre à ce que les conducteurs jeunes, curieux et intéressés par la technologie, qui sont beaucoup plus ouverts à cette offre de produits, n'aient pas forcément les moyens financiers nécessaires. De plus, ils pourraient se voir enlever le plaisir de conduire ainsi que d'autres motivations secondaires suite à cette « déception programmée ». Il semble donc qu'une circulation mixte sera un scénario probable pendant de longues années encore, et que l'utilisation de

véhicules hautement ou entièrement automatisés restera une utopie pendant les décennies à venir.

Les spécialistes voient dans cette circulation mixte une perturbation de « l'harmonie du flux du trafic » avec moins de profils de vitesse et de distance équilibrés qu'aujourd'hui. Les véhicules entièrement automatisés rouleront nettement moins vite et à une plus grande distance par rapport au véhicule précédent que les véhicules manuels, puisqu'il va de soi qu'ils doivent appliquer toutes les règles en vigueur. Cette obligation ouvre à son tour des offres de comportement pour les conducteurs de véhicules conventionnels concernant, par exemple, le dépassement ou l'insertion entre deux véhicules.

L'utilisation commune de voies de circulation mixte pourrait être à l'origine d'autres irritations, car les personnes qui conduisent de manière conventionnelle sont loin de respecter toutes les règles prescrites. La vitesse excessive, le non-respect de la priorité, les distances de sécurité insuffisantes et un comportement de conduite inadapté font partie des règles généralement transgressées et sont susceptibles de provoquer des interventions gênantes dans des systèmes de conduite automatisés. Il en résulterait au minimum un confort de conduite subjectif réduit, le cas échéant également des conflits de circulation avec des dommages potentiels, du moins si les limites des systèmes informatiques ainsi que la fragilité des dispositifs automatiques de surveillance et de commande sont pris en compte.

Par ailleurs, il existe bien entendu aussi l'option de la seule exploitation de véhicules autonomes. Par exemple, lorsque la prochaine ville nouvelle sera construite à Dubaï ou en Chine, on peut imaginer que la circulation de véhicules privés conduits manuellement ne sera plus du tout prévue. Dans les grandes villes, il est également possible de définir des zones où seuls des véhicules autonomes ont le droit de circuler.

### Reprise en main pendant un trajet hautement automatisé

Des situations de circulation qui amènent le système à ses limites et le conducteur à prendre le contrôle manuel sont un point particulièrement sensible de la conduite de véhicules des niveaux 3 et 4. Cette désactivation de l'automatisation, appelée « désengage-



*Si la distraction due à des activités annexes est trop grande en mode de conduite hautement ou entièrement automatisé, la reprise éventuellement nécessaire risque d'être un échec.*

## La nécessité de systèmes d'aide à la conduite plus présents et plus efficaces

**Prof. Dr Fernando Santos Osorio**

Université de São Paulo (USP)/Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC),  
membre du centre de robotique de l'USP (CRob São Carlos) et du centre d'intelligence artificielle  
(C4AI) de l'USP ainsi que de l'équipe de coordination du projet Rota2030 SecurAuto



**En 2014, le nombre de tués sur la route au Brésil a atteint un triste point culminant avec environ 46 000 morts (contre 38 000 en 2019). Heureusement, en 2019 les chiffres avaient à nouveau baissé et étaient repassés à 31 300. Une première étape extrêmement importante lors de l'orientation des mesures politiques publiques de sécurité routière, notamment l'introduction de systèmes d'aide à la conduite (Advanced Driver Assistance Systems/ADAS) – pour réduire les décès, consiste à collecter et à fournir des données accessibles et fiables sur le nombre d'accidents et leurs causes et sur le nombre de victimes.**

Les décisions prises doivent toujours être basées sur des données (de bonne qualité). Nous pouvons même décider quels systèmes d'aide à la conduite devraient être prioritaires lors de la mise en œuvre dans des véhicules (par exemple, des éléments obligatoires accessoires x). Par exemple système antibloccage, airbags, régulateur de vitesse adaptatif, détection de piétons et d'obstacles, système avancé de freinage d'urgence, système d'alerte de franchissement de ligne, aide au maintien de la trajectoire, détection de panneaux de signalisation, assistant d'ange mort, etc. Il faut également mettre en avant les systèmes V2V et V2X pour la communication entre les véhicules, qui ont également beaucoup d'importance.

D'autre part, il y a également un consensus sur le fait que de nos jours, les accidents sont essentiellement dus à des « facteurs humains », puisque la circulation dans les villes et sur les grands axes routiers est toujours contrôlée à pratiquement 100 %. Même dans les situations où des systèmes intelligents avancés, des technologies d'automatisation des véhicules et des systèmes d'aide à la conduite sont disponibles, la circulation nécessite une coexistence des êtres humains et des systèmes techniques. Et c'est le « facteur humain » avec ses limites et ses problèmes liés aux différents comportements affichés lors de cette coexistence de l'être humain et de la technologie qui est à l'origine de beaucoup des accidents quotidiens : le comportement humain est souvent incontrôlé, chaotique, irresponsable et imprévisible.

Sur la route, il ne suffit pas de disposer d'un excellent véhicule autonome ; il faudrait que tous les véhicules soient automatisés et que les conditions de circulation et le contexte dans lesquels ils sont utilisés soient parfaitement contrôlés pour obtenir presque 100 % de sécurité sur les routes. Ce ne sera cependant pas le cas ces prochaines années, et probablement pas non plus dans la prochaine décennie, notamment dans les pays en voie de développement ou dans les pays plus pauvres, qui ne peuvent pas automatiser toute leur flotte de véhicules.

C'est pourquoi dans les années à venir, nous devons investir dans des systèmes qui aident les conducteurs, offrent une plus grande sécurité grâce à l'aide au conducteur (ADAS) et réduisent le plus possible les dommages. Les données collectées doivent être saisies et analysées continuellement pour perfectionner les systèmes d'aide à la conduite et les mesures politiques de sécurité routière et, par là, offrir toujours plus de sécurité aux passagers et aux personnes qui interagissent d'une manière ou d'une autre avec ces véhicules ou partagent l'espace avec eux. Les êtres humains et les technologies doivent absolument coexister et collaborer pour que nous puissions vivre mieux.

Les systèmes d'aide à la conduite avancés peuvent réduire considérablement le nombre d'accidents, mais pour que cela devienne une réalité, des mesures politiques et une orientation publique sont nécessaires afin que l'introduction de systèmes d'aide à la conduite dans les véhicules soit plus efficace.

ment », est notamment surveillée et analysée de manière systématique en Californie, où l'on distingue des désengagements initiés par le système (« automatiques/autonomes ») d'une part et initiés par le conducteur (« manuels ») d'autre part. À l'initiative du Department of Motor Vehicles californien, chargé d'enregistrer les véhicules et les permis de conduire, tous les constructeurs automobiles sont tenus de présenter des rapports annuels contenant, entre autres, des indications relatives aux désengagements survenus.

L'analyse de ces rapports pour la période de 2014 à 2019 montre qu'au fur et à mesure que le temps passait ou que de l'expérience était acquise en parcourant des kilomètres en mode entièrement automatisé, le nombre de désengagements initiés par le système sur le réseau routier californien diminuait, ce que les chercheurs attribuent à une amélioration de l'adaptation du système même dans des situations de circulation complexes. Dans un même temps, une légère augmentation des désengagements manuels a été observée. Cela laisse supposer une stagnation ou un recul de la confiance dans la technologie, mais pourrait également être dû au fait qu'à mesure que les conducteurs acquièrent de l'expérience avec le système, ils développent une meilleure compréhension de ses limites.

Si l'on regarde les déclencheurs ainsi que les causes des désengagements, on remarque que plus de 80 % sont le fait de conducteurs qui soit ne se sentaient pas bien lors des

*Des conditions météorologiques ou de circulation peuvent déclencher des désengagements.*



manœuvres des véhicules automatisés, soit effectuaient des désengagements manuels préventifs en raison d'un manque de confiance. Les causes ont été catégorisées par les chercheurs comme suit : causes liées aux conducteurs (conducteurs de véhicules automatisés/autres conducteurs avec leurs véhicules), facteurs environnementaux et autres ainsi que causes dues aux systèmes (différents stades de traitement de l'information : détecter = perception/localisation/planification des actions/contrôle du véhicule). La plupart des désengagements, manuels ou automatiques, ont pu être attribués à des causes liées aux systèmes : les trois quarts étaient dus à des erreurs de perception, de localisation, de planification et de contrôle du système de conduite automatisé.

D'une manière générale, les désengagements ont plus souvent été déclenchés par les conducteurs que par le système du véhicule. La plupart des désengagements initiés par le système étaient liés à des divergences de matériel et de logiciel ainsi que de planification. Les désengagements qui pouvaient être attribués à la météo, à l'état des routes et à l'environnement de conduite ont pratiquement tous été initiés par les conducteurs. En revanche, lorsqu'ils étaient dus à des divergences de planification, ils ont été initiés tant par le conducteur que par le système du véhicule, qui avait détecté une divergence et déclenché le désengagement.

### **Les désengagements comme élément de la stratégie d'évitement d'accidents**

Pour 2019, il est ressorti d'une comparaison dans le temps des causes des désengagements durant les cinq premières années du programme californien avec celles de la dernière année étudiée une nette augmentation des causes que sont la météo, l'état des routes et l'environnement de conduite de 12 à 31 %. Cela peut s'expliquer par les tests croissants des véhicules même dans des conditions météorologiques ou de conduite défavorables en dehors du domaine d'utilisation défini par le constructeur. De plus, en 2019 il y a eu moins de désengagements dus à des divergences de matériel et de logiciel et de divergences de perception (18 et 9 %) que pendant les cinq premières années (26 et 21 %), ce qui pourrait laisser supposer une amélioration des véhicules. Les parts des causes des divergences de contrôle (environ 8 %) et de planification (environ 35 %)

n'ont pas changé entre 2019 et les cinq années précédentes.

Dans ce contexte, il est également intéressant de jeter un coup d'œil sur le trajet parcouru par désengagement comme indicateur de la maturité de la technologie de la conduite automatisée. Ce trajet a continuellement augmenté au fil des années depuis lesquelles un constructeur participe au programme de tests de véhicules autonomes (AVT) californien. Par exemple, chez Waymo une évolution de 629 miles (2014) à 13 219 miles par désengagement (2019) peut être observée. L'augmentation a été tout aussi rapide chez d'autres entreprises de développement et titulaires de licences de technologies pour véhicules entièrement automatisés.

Dans un autre travail, des scientifiques de l'université de Virginia à Charlottesville/USA ont analysé les jeux de données de rapports de désengagement en liaison avec les rapports d'accidents disponibles et étudié la relation entre les désengagements et les accidents. Au total, 770 désengagements (entre 2014 et 2018) et 124 accidents (entre 2014 et 2019) ont été analysés. Il s'est avéré que généralement, les désengagements ne provoquent pas d'accidents. Les facteurs liés aux systèmes de conduite automatisés (par exemple, des erreurs de logiciel) et les facteurs liés aux autres usagers de la route (par exemple, de mauvaises manœuvres et un comportement indésirable) augmentent la probabilité de désengagement sans accident. En revanche, tous les aspects qui dépendent de la prise de décision du conducteur augmentent la probabilité de désengagement avec accident.

## Prise de conscience de la situation insuffisante

Le problème de la reprise en main pendant un trajet hautement automatisé sans alerte de reprise préalable semble être caractéristique de la plus grande partie des situations de reprise de contrôle nécessaires dans la circulation réelle. Cette situation ne se reflète pourtant pas dans la recherche actuelle, qui est dominée par de nombreuses études dont la conception contient une alerte de reprise de contrôle préalable. La plage du temps nécessaire à la reprise de contrôle varie entre 2,8 et environ 40 secondes, en fonction de la tâche assignée aux volontaires, du type d'alerte de reprise de contrôle et de la définition de ce qu'on entend par une prise de contrôle sûre. Une condition préalable essentielle est que le conducteur puisse interpréter correctement la situation de circulation, donc qu'il reconnaisse ce qui se passe ou s'il y a un danger et ce qu'il faut alors faire.

Ce traitement complexe d'une situation de circulation est appelé « prise de conscience de la situation » et englobe, selon Mica R. Endsley, trois niveaux :

1. La détection de facteurs critiques dans l'environnement.
2. La compréhension de ce que ces facteurs signifient
3. La compréhension de ce qui se passera avec le système dans un futur proche.

Différentes études à ce sujet montrent dans l'ensemble un net ralentissement. Alors que la prise de conscience de la situation au niveau 1 est encore relativement rapide (cinq à huit secondes), au niveau 2 elle dure déjà plus de 20 secondes, notamment lorsqu'il s'agit de comprendre le comportement d'autres usagers.

La reprise en main du contrôle du véhicule pendant un trajet hautement automatisé alors qu'on fait autre chose, comme lire le journal ou se consacrer à des applications mobiles, est particulièrement critique. Un rapport de l'Association allemande des assurances (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft) de 2016 est consacré à ce problème de reprise. La vue d'ensemble des différentes publications réunies dans ce rapport a montré qu'il s'écoulait entre 2 et 20 secondes avant que le conducteur soit en mesure de s'acquitter de la tâche requise.

Si le conducteur a des appareils en main, la durée de reprise est considérablement ral-

longée. Les tâches qui sollicitent la vision rallongent également le temps de reprise quand le conducteur n'a pas d'appareil en main. Cependant, les connaissances disponibles à ce jour ne suffisent pas encore à évaluer globalement toutes les variantes de reprise, étant donné que la plupart des activités de recherche se concentrent sur des aspects du comportement de conduite après une alerte de reprise et que très peu de trajets réels sont effectués dans des conditions expérimentales. Dans le contexte de la législation actuelle, notamment en Allemagne, où une reprise de contrôle est exigée dans des conditions dangereuses pour la circulation ou en cas de systèmes défectueux, plus d'études sur les reprises sans alerte préalable sont absolument nécessaires.

## Étude de DEKRA pendant un trajet hautement automatisé

Un projet de coopération entre DEKRA et l'université technique de Dresde sur le circuit DEKRA Lausitzring dans le Brandebourg a également étudié les conséquences d'une chaîne d'information perturbée sur la performance de reprise du conducteur en cas d'alertes erronées ou d'absence d'alertes des systèmes dans des conditions de conduites en grande partie réelles. Pour l'étude sur le terrain, les responsables ont recruté parmi les étudiants de l'université technique de Dresde et de l'école technique supérieure de Senftenberg, ainsi que par le biais de réseaux publics, environ 90 volontaires dont 36 ont finalement participé aux essais. Dans un premier temps, ils ne connaissaient pas le véritable contexte de l'étude. Ils avaient de 19 à 48 ans, étaient titulaires d'un permis de conduire de catégorie B depuis environ huit ans et parcouraient en moyenne à peu près 9 400 kilomètres par an. Le véhicule d'essai était un prototype préparé pour des essais de conduite connectée et hautement automatisée. Les systèmes permettaient une conduite hautement automatisée avec une reprise complète du guidage longitudinal et transversal sur un trajet avec lequel les conducteurs avaient préalablement pu se familiariser.

La boucle sur le terrain du DEKRA Technology Center sur le circuit Lausitzring a été parcourue plusieurs fois à une vitesse maximale de 50 km/h. Un conducteur de sécurité de DEKRA spécialement formé se trouvait également dans le véhicule et pouvait intervenir grâce à un frein supplémentaire. Le responsable de l'essai était assis à l'arrière et amorçait à des points préalablement définis du trajet différents scénarios de reprise en appuyant sur un bouton. Des données de conduite dynamiques comme les mouvements de volant, les puissances de freinage et les vitesses de conduite ont été transmises en temps réel à un ordinateur et enregistrées pour être analysées.

**D'autres études sur les reprises sans alerte préalable sont impératives.**

## Être multitâche sur la route présente de gros risques

Pendant les essais, une « alerte erronée », donc une alerte de reprise sans situation critique, a respectivement été déclenchée. De plus, il y a respectivement eu trois situations dans lesquelles une reprise aurait été nécessaire pour éviter une situation de danger, mais où le système n'a pas demandé de reprise du contrôle (lesdites « alarmes silencieuses »). Les alarmes silencieuses concernaient le franchissement d'une ligne d'arrêt à un stop, la lente déviation vers la voie opposée et l'évitement subit d'un obstacle détecté par erreur. Les quatre scénarios de reprise sont survenus après plusieurs tours de circuit sans événements particuliers.

Une partie des volontaires avait pour mission de suivre le trajet automatisé en tant que surveillants passifs et de n'intervenir, le cas échéant, que s'ils considéraient que c'était nécessaire. Un deuxième groupe devait également effectuer une activité annexe sollicitant la vision sur une tablette intégrée dans le véhicule pendant le trajet automatisé. La reprise était considérée comme réussie si la personne volontaire effectuait l'action de reprise correcte avant que le point de collision potentiel soit atteint.

### Problèmes de reprise même sans activité annexe

Dans l'ensemble, la reprise après une « alerte erronée » s'est avérée peu problématique. Tous les volontaires ont pu reprendre le contrôle du véhicule, tant dans le groupe expérimental chargé d'effectuer une tâche sur la tablette que dans le groupe de contrôle, qui n'avait pas d'activité annexe à effectuer. Cependant, ils ont mis un temps inattendu à reprendre le contrôle, soit un peu plus de deux secondes en moyenne. En comparaison avec les temps de réaction moyens de 0,83 seconde rapportés dans la littérature spécialisée, le temps de réaction plus

long nécessaire ici, soit 2,44 secondes dans le groupe de contrôle et 2,24 secondes dans le groupe expérimental, s'explique par le fait que le volontaire ne voyait pas de raison de reprise urgente et qu'il devait donc tout d'abord y avoir une prise de conscience adéquate de la situation avant toute intervention. En cas d'« alarme silencieuse », il y a eu de nettes difficultés de reprise, et ce, dans les deux groupes.

Cependant, pour tous les scénarios, l'échec de la reprise a été environ deux fois plus fréquent dans le groupe chargé d'une activité annexe. La probabilité d'une reprise réussie en cas d'« alarme silencieuse » diminue donc la plupart du temps en cas d'activité annexe. Les responsables de l'étude ont cependant été frappés par le fait que même les personnes sans activité annexe avaient en partie des difficultés considérables à reprendre le contrôle du véhicule. En fonction du scénario, dans le groupe expérimental chargé d'une tâche sur la tablette, 58 à 59 % des volontaires n'ont pas réussi à reprendre le contrôle après une « alarme silencieuse ». Dans le groupe de contrôle, les valeurs étaient respectivement de 24 à 61 %. Dans ce groupe de contrôle, qui n'avait pas de tâche annexe à exécuter, lors du franchissement de la ligne d'arrêt plus de 60 % et lors de la sortie de la voie de circulation plus de 30 % des volontaires n'ont pas réussi à reprendre le contrôle a cependant surpris les auteurs de l'étude de DEKRA.

### Un ensemble de défis

L'étude souligne une fois de plus qu'être multitâche constitue toujours un risque concernant les reprises de contrôle. Cette sollicitation du conducteur critique pour la sécurité doit donc être considérable-

*Dans le cadre d'une étude sur le terrain, DEKRA a étudié la capacité de reprise pendant la conduite hautement automatisée avec et sans activité annexe.*



ment minimisée grâce à des solutions de configuration claires. L'exécution d'une tâche annexe dans la mesure où, comme la conduite conventionnelle, elle sollicite des ressources visuelles et cognitives, rend très difficile la détection d'erreurs dues au système pendant la conduite automatisée du véhicule, donc une réaction rapide et adaptée à la situation.

D'une part, la technologie offre la possibilité de détourner, du moins en partie, son attention de la circulation pendant la conduite d'un véhicule motorisé. D'autre part, dans un même temps, les conducteurs doivent rester attentifs et satisfaire à l'obligation de reprise des commandes du véhicule pour compenser des dysfonctionnements ou les limites de l'automatisation par une intervention manuelle. Il en résulte un paradoxe : l'être humain comme source d'erreurs doit être éliminé par la conduite automatisée, mais dans des situations d'urgence comme la défaillance du système technique, il doit intervenir sans erreur dans les plus brefs délais. De ce fait, certains spécialistes soulèvent la question de savoir s'il ne faudrait pas renoncer complètement aux véhicules de niveau 3.

Mais la conduite entièrement automatisée engendre tout un ensemble de défis qui doivent être relevés en se basant sur de vastes recherches. Du point de vue des passagers, la conduite entièrement automatique ressemble à quelques détails près au transport de personnes en taxi, en bus ou en voiture de location avec chauffeur. Cependant, dans le cas de la conduite entièrement automatique, on renonce à la présence d'un conducteur dans l'habitacle. Pour réduire les risques au strict minimum, le cadre légal pour la conduite entièrement automatisée devrait être tel que, dans le futur également, une sécurité suffisante sur la route soit garantie pour tous les usagers de la route quelles que soient les circonstances.

Les exigences envers les zones d'exploitation pour les véhicules entièrement automatisés doivent également être réglées de manière claire. À ce jour, de nombreuses questions restent sans réponse. S'agit-il d'espaces routiers à la configuration purement spatiale ou également influencée par des conditions contextuelles ? Des infrastructures routières existantes doivent-elles être utilisées pour une circulation mixte, ou des solutions de configuration spécialement conçues pour la conduite entièrement automatisée doivent-elles être envisagées ? Comment garantir que des véhicules ou des usagers non autorisés ne deviennent pas un risque pour la sécurité d'exploitation ? Quelles sont les mesures

d'infrastructure physique et numérique indispensables pour construire des routes ?

## Lacunes normatives dans la réglementation

Tous les aspects de la protection des données revêtent par ailleurs une grande importance, notamment ceux relatifs aux mises à jour logicielles et à la cybersécurité. En effet, la surveillance et le contrôle de tous les matériels et logiciels impliqués dans la mise en œuvre de la tâche de conduite constituent de nouveaux défis selon le « principe du third party ». On a ici besoin des organisations de contrôle compétentes et de leur expertise. Toutes les mises à jour logicielles doivent absolument être intégrées dans les cycles de surveillance.

Une série de lacunes normatives dans la réglementation résulte des points mentionnés. Étant donné que les scientifiques dans le domaine de l'interface humain-machine sont confrontés à de nombreuses questions non résolues jusqu'ici, il faut s'attendre à une augmentation des besoins en matière de recherche. Cette dernière doit être contrôlée de manière conséquente ainsi que suffisamment financée par les pouvoirs publics avec pour objectif la « Vision Zero ». On peut aussi attendre avec impatience la poursuite de la conception, de l'expérimentation et de la mise en œuvre pratique du projet de loi sur la conduite entièrement automatisée basé sur une évidence scientifique. Malgré l'euphorie suscitée par l'attrait de la numérisation dans le nouveau monde magnifique de l'automobile, il faut espérer que l'ambition politique, les limites techniques des systèmes et la recherche que le profit économique ne seront pas au détriment du « facteur humain » et qu'il n'y aura pas d'augmentation du nombre des accidents.

## Les faits en bref

- Des technologies à écran tactile innovantes avec guidage intelligent de l'utilisateur réduisent le nombre de saisies erronées et les temps de saisie, ce qui permet de réduire au minimum les risques en matière de sécurité routière, par exemple dus à la distraction.
- En plus d'une attitude positive envers le système d'aide à la conduite respectif, l'utilité perçue et la facilité d'utilisation sont des composants essentielles de l'acceptation des systèmes d'aide à la conduite.
- De temps en temps, les systèmes d'aide peuvent eux-mêmes devenir des sources directes de distractions ou de perturbations pendant la conduite.
- Des jeux de données californiens analysés montrent que la désactivation (le désengagement) de l'automatisation est plus souvent déclenché par le conducteur que par le système du véhicule.
- Une propre étude menée par DEKRA avec des volontaires révèle en partie des difficultés considérables lors de reprises du contrôle du véhicule pendant un trajet hautement automatisé, et ce, même sans activité annexe.
- Le cadre légal pour la conduite entièrement automatisée doit être tel que, dans le futur également, la sécurité routière soit garantie pour tous les usagers de la route dans n'importe quelle situation.



## Détecter les dangers à temps et intervenir

En matière de sécurité routière, le potentiel des systèmes passifs est déjà largement exploité. En revanche, les systèmes d'aide à la conduite recèlent encore de nombreuses possibilités inexploitées d'éviter les accidents ou d'en atténuer les conséquences. Pour en tirer parti, il est essentiel que les conducteurs comprennent la finalité des systèmes d'aide à la conduite et que, en particulier, ils en connaissent les limites. L'action des systèmes traditionnels de sécurité active et passive, conjuguée aux systèmes d'assistance moderne, peut elle aussi être encore mieux exploitée. D'une manière générale, le bon fonctionnement des différents systèmes doit être assuré sur l'ensemble de la durée de vie du véhicule. À l'avenir, leur vérification sera de plus en plus basée sur les données.

Afin d'accroître la commodité et la sécurité des véhicules, les systèmes d'information et d'assistance font depuis des années partie de l'équipement standard des automobiles modernes. Système de navigation recommandant des itinéraires de contournement d'embouteillage, régulateur de vitesse adaptatif, aide au maintien de la trajectoire, aide au freinage d'urgence, système de surveillance de l'angle mort, assistant de changement de direction, avertisseur de fatigue, systèmes d'éclairage actifs avec caméras, assistant de vision nocturne, système de régulation de la stabilité directionnelle et bien davantage : tous ces systèmes servent à informer et à assister le conducteur, et permettent au besoin de compenser ses erreurs afin de diminuer le risque d'accident.

À l'heure actuelle toutefois, il appartient au conducteur lui-même d'adapter sa conduite aux conditions de chaussée et de visibilité notamment, en s'aidant des systèmes de sécurité supplémentaires. Même le système le plus sophistiqué ne permet pas de défier les lois de la physique. En outre, une série de conditions de base doivent être remplies pour que les systèmes soient efficaces. Par exemple, un système de freins en bon état (composants mécaniques, hydrauliques ou pneumatiques, capteurs et actionneurs, composants électroniques) est indispensable. De plus, les systèmes en question ne doivent pas être désactivés. Il faut également tenir compte du fait que certains systèmes ne fonctionnent que dans des conditions cadres précises, relatives par exemple aux conditions de luminosité, à la température extérieure, à la météo, à l'état des marquages au sol ou à la vitesse à laquelle le véhicule se déplace. Sans compter

## Il reste fort à faire

**Karina Muñoz Matus**

Secrétaire exécutive de la Commission nationale de sécurité routière (CONASET)



**Depuis toujours, l'être humain est constamment à la recherche d'améliorations, de solutions et d'innovations, et il œuvre sans relâche à la mise au point et à l'utilisation de technologies lui permettant d'atteindre ces objectifs. La plupart de ces développements technologiques s'établissent comme la norme avec le temps et améliorent notre qualité de vie, mais ils nous placent également face à de nouveaux défis qu'il nous faut relever. Le progrès technique doit servir les êtres humains et leur permettre de résoudre leurs problèmes quotidiens, c'est-à-dire rendre notre vie à tous plus agréable et plus sûre. Autrement, tous ces efforts seraient vains.**

Au fil du temps, des progrès technologiques significatifs nous ont permis de nous approcher un peu plus de notre objectif ambitieux de diminuer le nombre de morts et de blessés sur les routes. Parmi les exemples importants en cours d'utilisation ou de développement dans notre pays, on peut citer l'intégration des technologies dans le contrôle et la surveillance des comportements dangereux sur les routes, l'amélioration des technologies équipant les véhicules, le passage à des systèmes numérisés pour les permis de conduire ainsi que l'ensemble du système de gestion de l'information lié à ce processus, le traitement des informations statistiques et l'intégration de différentes sources d'information pour une analyse encore plus complète permettant de mieux orienter les politiques publiques en matière de sécurité routière.

Il ne fait pas de doute que le chemin est encore long et qu'il nous reste fort à faire. Mais si, dans le contexte de la mobilité, nous plaçons l'être humain, et en particulier sa sécurité, au centre des préoccupations, les progrès technologiques interviendront certainement plus rapidement et de manière plus efficace.

que les systèmes de sécurité active qui équipent actuellement les véhicules ne déploient pleinement leurs effets en matière de sécurité passive, c'est-à-dire n'atténuent les conséquences des accidents, qu'à la condition que la ceinture de sécurité soit bouclée et que le siège soit dans la position correcte.

Un bref regard sur le passé montre que de nombreuses avancées techniques du 20<sup>e</sup> siècle telles que le pneu radial, le frein à disque, la cellule de survie de l'habitacle avec des zones de déformation ou encore l'arbre de direction de sécurité sont des piliers importants de l'efficacité des systèmes actuels de protection des occupants et des partenaires. Par exemple, la bonne capacité de réglage du frein à disque hydraulique a constitué une condition préalable essentielle à la mise au point de systèmes d'assistance tels que l'ABS, qui empêche les roues de se bloquer pendant le freinage, ou l'ESP, qui stabilise le véhicule dans les situations limites. La possibilité de maintenir une vitesse constante grâce à un régulateur de vitesse a conduit, avec l'aide de capteurs, au développement du système

de régulation de la distance ACC avec avertisseur de collision et, finalement, à l'assistance au freinage d'urgence, désormais assortie d'une fonction de freinage jusqu'à l'arrêt du véhicule. De même, le système d'alerte de franchissement de ligne a permis le développement de l'aide au maintien de la trajectoire, qui intervient activement dans la conduite et ramène le véhicule dans sa voie par un freinage ou un braquage ciblés. Pour permettre une intervention de freinage et de braquage appropriée, le servofrein et la direction assistée constituent quant à eux des préalables essentiels. Utilisés conjointement, l'ACC et l'aide au maintien de la trajectoire constituent à leur tour la base d'une conduite semi-automatisée de niveau 2, dans laquelle le véhicule maintient sa trajectoire et freine ou accélère de manière autonome dans des conditions définies et en suivant les instructions du conducteur.

### Des capteurs correctement réglés sont indispensables pour la sécurité

Comme déjà suggéré, les capteurs jouent un rôle primordial pour le bon fonctionnement des systèmes d'aide à la conduite. Véritables « organes sensoriels » du véhicule, ils sont indispensables à l'identification des états ou situations de conduite, puisqu'ils fournissent les résultats de mesure nécessaires à cet effet. Le dispositif de détection fonctionne souvent sur la base de caméras, auxquels s'ajoutent sur les systèmes les plus modernes des capteurs radar et laser permettant également de

## Les systèmes d'aide à la conduite permettent un bond qualitatif considérable en matière de sécurité

**Jorge Ordás Alonso**

Directeur général adjoint responsable de la gestion de la mobilité et des technologies de la Dirección General de Tráfico (DGT)



**Le règlement (UE) n° 2019/2144 du Parlement européen et du Conseil relatif aux prescriptions applicables à la réception par type des véhicules à moteur et de leurs remorques, ainsi que des systèmes, composants et entités techniques distinctes destinés à ces véhicules, en ce qui concerne leur sécurité générale et la protection des occupants des véhicules et des usagers vulnérables de la route, a été adopté le 27 novembre 2019 et modifie divers règlements antérieurs.**

Ce règlement représente une avancée importante en ce qui concerne les exigences fixées par l'Union européenne quant à la sécurité des véhicules à moteur produits sur son territoire. En outre, il marque un net changement de cap dans la philosophie, car il met l'accent sur la protection des usagers vulnérables de la route, alors que l'approche antérieure privilégiait exclusivement la protection des occupants des véhicules.

À cet effet, une série de systèmes d'aide à la conduite sont introduits, qui permettent un bond qualitatif considérable au niveau des concepts de sécurité, et grâce auxquels l'Europe joue une fois de plus un rôle précurseur dans la mise en place de mesures de prévention des accidents de la route et de leurs conséquences. De plus, pour garantir une introduction efficace de ces systèmes et pouvoir contrôler en permanence le respect du règlement européen, les autorités ont établi un calendrier ambitieux pour leur mise en œuvre en fonction du type de véhicule, tant pour la réception par type, dont les prescriptions se durcissent nettement, que pour les nouvelles immatriculations. Ainsi, tous les poids lourds et bus immatriculés à partir du 6 juillet 2022 doivent être équipés d'une aide au freinage d'urgence, d'un assistant de maintien de la trajectoire et de systèmes de limitation de la vitesse.

En ce qui concerne les voitures de tourisme, tous les types de véhicules homologués à partir du 6 juillet 2022 ou les véhicules immatriculés à partir du 6 juillet 2024 disposeront d'un grand nombre de systèmes, notamment d'un enregistreur de données d'accidents, d'un assistant de vigilance, d'une interface pour l'installation d'un éthylomètre, d'un système de freinage d'urgence, d'une adaptation intelligente de la vitesse, d'un système de contrôle de la pression des pneus et d'un assistant de régulation de distance.

Le respect de ces délais contribuera à amener le passage souhaité à l'automatisation des véhicules. Les véhicules européens atteindront alors le niveau d'automatisation<sup>2</sup>, ce qui permettra d'initier les étapes d'innovation suivantes sur la voie d'une automatisation complète des véhicules, qui devrait, selon ce qui est prévu par le règlement, réduire de plus 90 % les accidents actuellement imputables à l'erreur humaine.

En Espagne, plus de 50 % des accidents se produisent en ville et 80 % des décès concernent des usagers vulnérables de la route tels que les piétons, les cyclistes, les cyclomoteuristes et les motocyclistes. Ceux-ci sont particulièrement menacés dans les villes, car les effets conjugués de la vitesse, de la distraction et de moments de surprise peuvent avoir des conséquences dramatiques. Les systèmes d'aide à la conduite exigés par le règlement européen permettront de réduire le nombre et la gravité des accidents dans nos villes.

générer des résultats fiables dans l'obscurité et lorsque les conditions météorologiques sont défavorables, de manière à identifier aussi bien les marquages au sol, par exemple, que les personnes, les animaux et les véhicules.

Le véhicule détecte automatiquement les restrictions importantes des capteurs et met le conducteur en garde contre une défaillance du système. Mais que se passe-t-il lorsque les capteurs sont déréglés de manière si minime que le véhicule ne signale pas encore de défaut ? Les experts de DEKRA se sont penchés sur cette question lors d'essais de conduite sur le terrain du DEKRA Technology Center sur le site de Lautzring dans le Brandebourg, où ils ont étudié les conséquences d'un « désajustement » des capteurs. Dans le premier cas (A), les experts ont manipulé de manière ciblée la caméra en restant délibérément au-dessous du seuil d'autodiagnostic – compte tenu de l'autodiagnostic sans erreur, le conducteur n'anticipe aucune limitation – et ont évalué les conséquences de cette manipulation sur le comportement du véhicule dans le cadre de scénarios de freinages d'urgence standard. Dans le deuxième cas (B), ils ont étudié le comportement du système de surveillance de l'angle mort en cas de position de montage incorrecte du radar arrière ou de dérèglement de celui-ci, tel qu'il pourrait survenir après une légère collision lors du stationnement, par exemple.

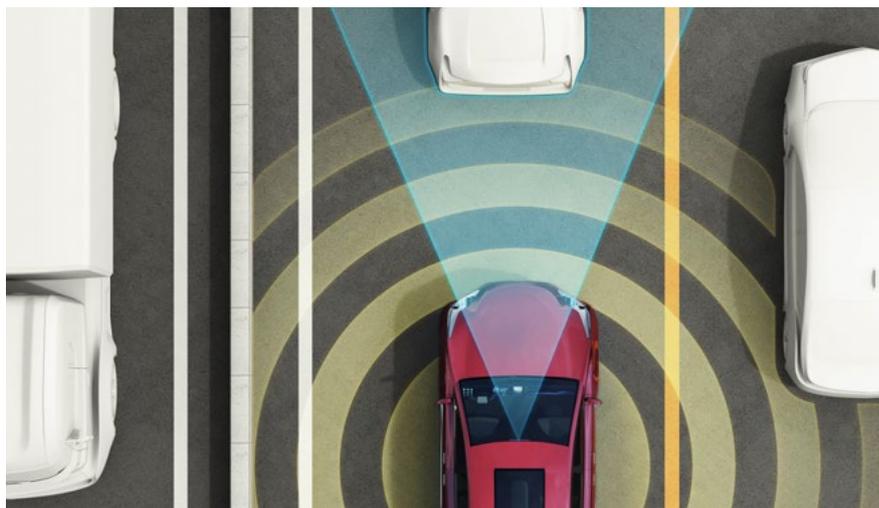
Le cas A a été effectué avec trois véhicules d'essai différents disposant tous d'une aide au freinage d'urgence et équipés d'une instrumentation de mesure extrêmement précise. Aux fins de l'essai, les experts de DEKRA ont réalisé deux scénarios Euro NCAP standard (téléscopage d'un véhicule, c'est-à-dire d'une cible, à l'arrêt et détection d'un mannequin représentant un piéton se trouvant sur la chaussée) à des vitesses de 20, 40 et 60 km/h. Lorsque les caméras étaient correctement réglées, les trois véhicules ont averti le conducteur suffisamment tôt et déclenché un freinage de manière à arrêter le véhicule devant la cible concernée. Les experts ont ensuite dérégulé l'orientation de la caméra avant des trois véhicules d'une manière non détectable lors de l'autodiagnostic. Le résultat : l'un des véhicules n'est même pas parvenu à prévenir la collision avec le véhicule arrêté à 20 km/h, le second véhicule a uniquement pu empêcher la collision à 20 et 40 km/h, et seul le troisième véhicule a averti le conducteur et freiné le véhicule à temps aux trois vitesses de

## Des capteurs correctement réglés sont essentiels pour la sécurité routière

circulation. Quant au piéton, avec un dérèglement minimal des capteurs, il aurait été percuté par les trois véhicules circulant à 60 km/h. Même à 40 km/h, le système d'aide à la conduite n'a déclenché ni avertissement ni freinage sur deux des trois véhicules testés.

Un mauvais réglage minime de la caméra avant entraîne donc rapidement un dysfonctionnement dangereux que le conducteur n'est pas en mesure de déceler car le système lui-même ne le détecte pas. De tels réglages erronés peuvent par exemple survenir lorsque le pare-brise n'est pas remplacé dans les règles de l'art. Comme en attestent une fois de plus les essais réalisés par DEKRA, les capteurs sont indispensables au bon fonctionnement des systèmes d'aide à la conduite et devraient, par conséquent, être impérativement contrôlés lors de l'inspection périodique des véhicules. Un contrôle visuel des capteurs, pour la plupart dissimulés, étant aussi peu utile que la lecture de l'autodiagnostic du véhicule, DEKRA œuvre d'ores et déjà à la mise au point de méthodes de contrôle appropriées.

Bien entendu, la nécessité de contrôler les capteurs lors du contrôle technique périodique ne s'applique pas seulement à la caméra avant, mais aussi au radar arrière, comme le montre le cas B. À cette occasion, les experts de DEKRA ont simulé un scénario qui se produit régulièrement sur les autoroutes : un véhicule roulant à vitesse élevée circule sur la voie de gauche, tandis que le conducteur d'un second véhicule circulant sur la voie de droite veut effectuer une manœuvre de dépas-



*Après le remplacement du pare-brise, les systèmes basés sur caméra tels que l'aide au freinage d'urgence et l'aide au maintien de la trajectoire doivent être recalibrés.*



Dans le cadre d'essais de conduite avec des tracteurs de semi-remorques de trois constructeurs de poids lourds, DEKRA a testé l'efficacité des systèmes d'aide au freinage d'urgence montés dans les différents modèles.

sement et s'apprête à déboîter. Pour cet essai, le radar arrière a été légèrement décalé par rapport à la direction de conduite, toujours à l'intérieur de la tolérance de calibrage et sans déclencher d'erreur lors de l'autodiagnostic. Dans ce cas, le système de surveillance de l'angle mort a émis un avertissement alors que la distance au véhicule approchant par l'arrière était déjà bien trop faible, et donc nettement trop tard pour empêcher un accident si le véhicule avait effectivement changé de voie.

### Aides au freinage d'urgence des camions : essais de conduite réalisés par DEKRA

S'agissant du renforcement de la sécurité sur les routes, les systèmes d'aide à la conduite équipant les camions jouent eux aussi un rôle important. Cela vaut en particulier pour les accidents en queue d'embouteillage, qui exposent les occupants des véhicules à des risques importants. Notamment quand des véhicules lourds de transport routier de marchandises sont impliqués, il arrive souvent que les occupants soient grièvement blessés ou tués. Si un camion heurte avec une grande différence de vitesse une voiture de tourisme à l'arrêt ou roulant lentement, on peut s'attendre

à des déformations extrêmes sur la voiture de tourisme et à des conséquences désastreuses pour ses occupants. Souvent, plusieurs voitures sont poussées les unes contre les autres. En cas de collision par l'arrière entre deux camions, les occupants du camion qui est entré en collision avec l'autre subissent souvent des blessures extrêmement graves. Mais la collision d'une voiture de tourisme avec l'arrière d'un camion qui, par comparaison, roule plus lentement ou est à l'arrêt est également souvent mortelle pour les occupants de la voiture de tourisme.

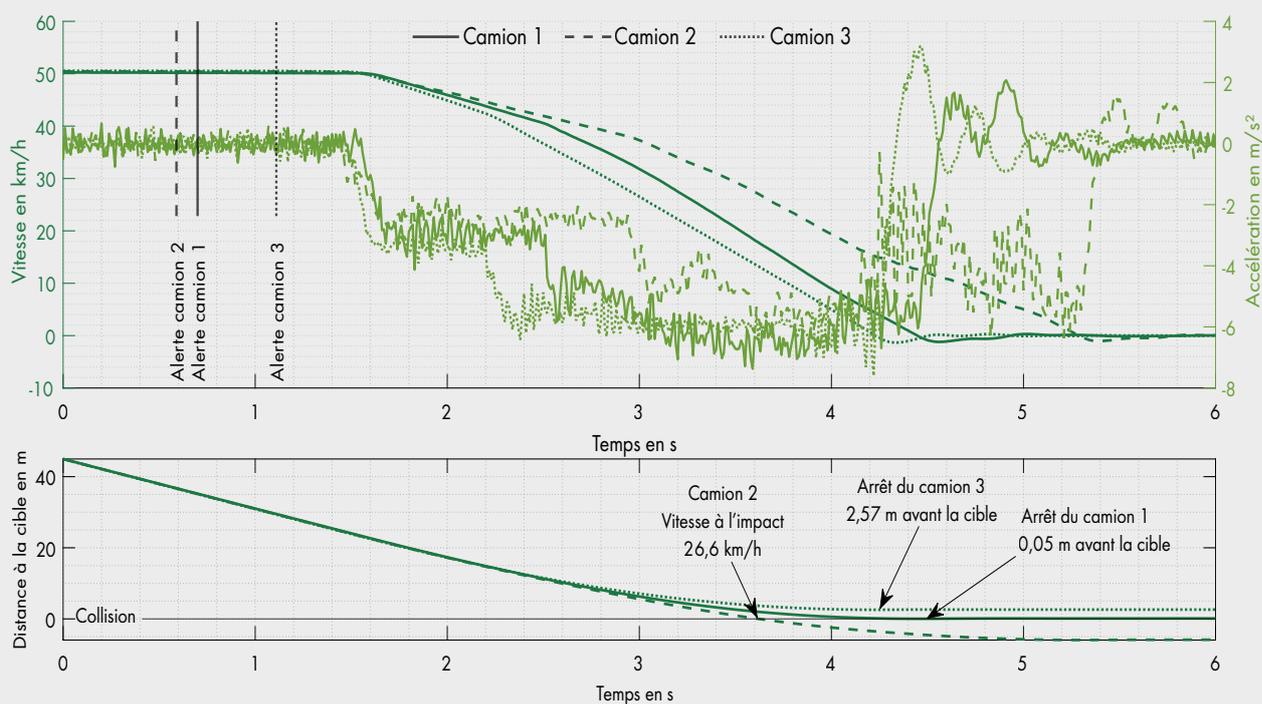
Certes, des optimisations dans le domaine de la compatibilité de la structure des véhicules peuvent y remédier dans une certaine mesure. Mais plus la différence de vitesse est importante, plus vite les limites physiques sont atteintes. Car, compte tenu du poids important des véhicules utilitaires lourds, les mesures de sécurité passive n'ont qu'une capacité limitée à atténuer les conséquences des accidents. C'est pourquoi des améliorations effectives peuvent être réalisées par l'utilisation de systèmes d'aide à la conduite, principalement dans le domaine de la prévention des accidents ou de la réduction de la gravité des accidents. L'objectif est de ramener les conducteurs distraits d'une manière appropriée dans la réalité de la circulation et, juste avant que la collision ne devienne inévitable, de déclencher automatiquement le freinage. L'efficacité de l'aide au freinage d'urgence, laquelle est par exemple prescrite par la loi dans l'UE depuis quelques années déjà, a été démontrée une nouvelle fois dans le cadre d'une étude de l'Insurance Institute for Highway Safety et du Highway Loss Data Institute publiée en mars 2021. Selon cette étude, le système a permis de réduire de 41 % le nombre de collisions par l'arrière entre camions sur les autoroutes des États-Unis entre 2017 et 2019.

## Comparaison des trois systèmes de freinage d'urgence équipant des poids lourds dans le cas d'essai standard

Les données de mesure ont été synchronisées de manière à ce que tous les camions atteignent au même moment et à la même vitesse la zone de 45 mètres représentée précédant la cible. La figure montre que les avertissements optiques des systèmes ont été déclenchés à des moments différents. Le camion n° 2 a été le premier à avertir de la présence de l'obstacle, le camion n° 3 le dernier.

Ensuite, pendant la phase d'alerte anticollision, un ralentissement modéré, et donc une réduction de la vitesse, a été déclenché. À cette phase a succédé la phase de freinage d'urgence, caractérisée par un ralentissement supérieur à  $4 \text{ m/s}^2$  pour tous les camions, ce qui est conforme à l'exigence légale.

La différence entre les camions a résidé dans le moment où les activités des systèmes mentionnées se sont produites et dans l'intensité du ralentissement dû au freinage. Les camions des constructeurs n° 1 et n° 3 se sont tous deux arrêtés devant l'obstacle : à 5 cm seulement du véhicule factice pour le constructeur n° 1, contre 2,6 mètres pour le constructeur n° 3. Même si le système équipant le camion du constructeur n° 2 a ralenti le véhicule, il n'est pas parvenu à empêcher la collision avec le véhicule factice. La vitesse au moment de la collision a toutefois été réduite à 27 km/h.



Source : DEKRA

Néanmoins, la question se pose de savoir pourquoi, alors que l'aide au freinage d'urgence fait partie des équipements obligatoires, des accidents parfois effroyables surviennent encore régulièrement en fin d'embouteillage. Se pourrait-il que le potentiel technique de ces systèmes ne soit pas pleinement exploité en raison des exigences légales minimales applicables actuellement ? Pour le savoir, et pour tester si l'action des systèmes d'assistance peut être entravée de manière involontaire par le comportement du conducteur, DEKRA a réalisé des essais de conduite ciblés avec trois camions de différents constructeurs, toujours sur le circuit de son Technology Center au Lausitzring. À cet effet, les véhicules ont été équipés d'instruments de mesure et de dispositifs robotiques (actionneurs de direction et de pédale). L'essai consistait à faire rouler les camions en ligne

droite à une vitesse de 50 km/h en direction d'une voiture factice à l'arrêt, en visant le centre de l'arrière du véhicule (recouvrement de 100 %).

### Un freinage manuel additionnel peut améliorer l'efficacité

Les tests ont été réalisés de manière répétée selon cinq variantes. Le premier test a servi à tester l'aide au freinage d'urgence des camions respectifs sans intervention du conducteur. Les quatre suivants ont permis de simuler des interventions du conducteur en faisant varier la pression sur la pédale de frein et l'intensité de l'intervention de braquage. Pour assurer la reproductibilité, les interventions du conducteur étaient déclenchées par un dispositif robotique dès que celui-ci détectait, lors de la phase d'alerte anticollision, que l'aide au freinage d'urgence du camion avait déjà diminué la vitesse de 2 km/h. Lors des essais sans intervention du conducteur, il s'est avéré que, pour ce qui est du comportement d'alerte et de freinage, les systèmes d'assistance sont conçus de manière très différente selon le constructeur. La **figure 8** contient

une description plus détaillée et montre que dans le même scénario, de la prévention de la collision à la réduction de la vitesse de 20 km/h prescrite par la loi, différentes philosophies de conception de l'aide au freinage d'assistance coexistent.

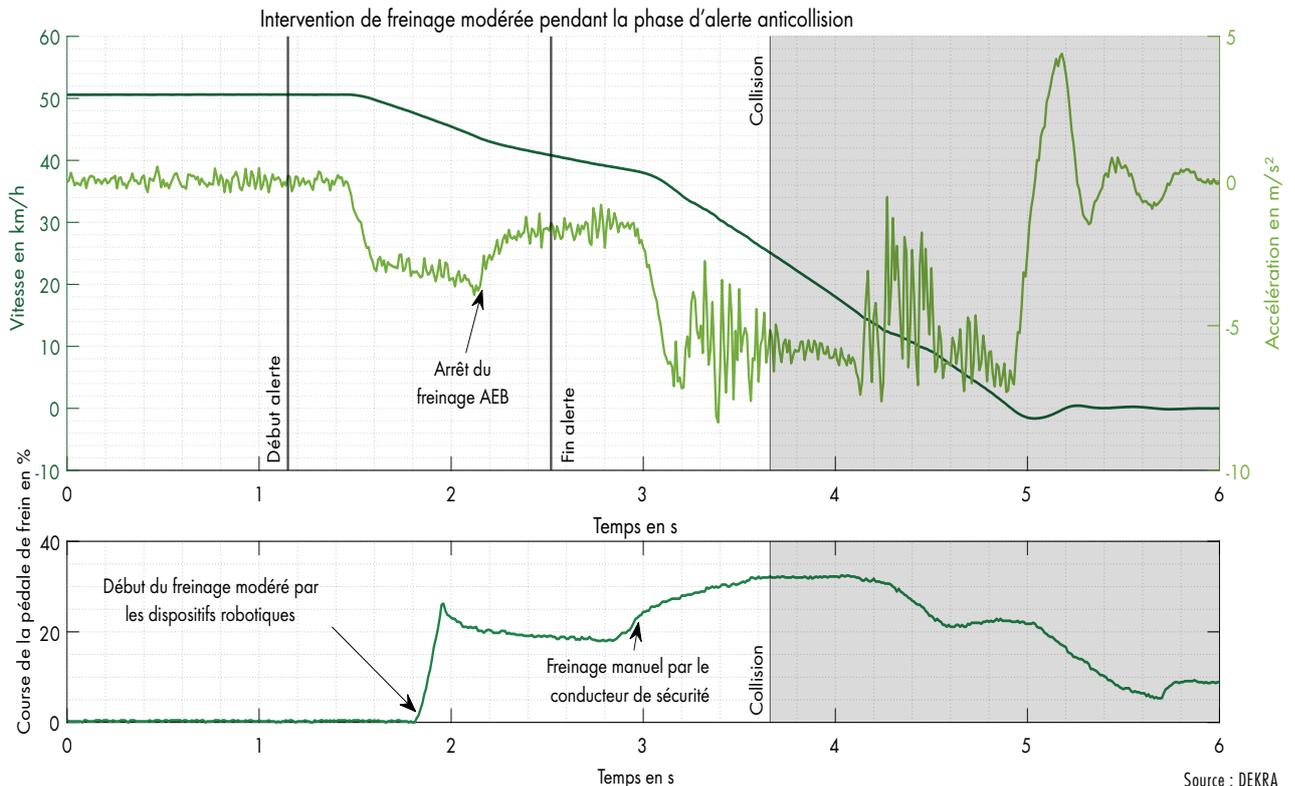
Dans tous les autres cas de simulation, le camion du constructeur n° 1 a déclenché l'alerte et freiné le véhicule jusqu'à l'arrêt de manière fiable, sans se laisser « perturber » par les interventions du conducteur. Dans le cas du camion du constructeur n° 2, l'intervention du conducteur a permis une amélioration du moins partielle. Une forte intervention de freinage a réduit la vitesse au moment de l'impact à 15 km/h. L'aide au freinage d'urgence ayant déclenché une réduction de la vitesse, une forte intervention de braquage a au moins permis de contourner le véhicule factice (une intervention de braquage modérée n'aurait pas suffi). Le système du constructeur n° 2 satisfait donc bien aux normes minimales légales en

ce qui concerne la réduction d'au moins 20 km/h de la vitesse imposée par la loi, mais il ne permet pas d'empêcher de manière fiable les collisions par l'arrière. Néanmoins, l'alerte précoce donnerait au conducteur suffisamment de temps pour réagir dans la plupart des cas. Le système équipant le camion du constructeur n° 3 a alerté et freiné de manière fiable dans l'ensemble. Néanmoins, une intervention de freinage modérée de la part du conducteur a d'emblée causé la désactivation de l'aide au freinage d'urgence et donc annulé son effet bénéfique pour la sécurité. Ce comportement du système, inattendu pour le conducteur, est illustré dans la **figure 9** et montre que la possibilité de reprendre la main sur le système prescrite par la loi peut, selon la conception du système, entraîner des accidents.

Dans une autre étude, les conditions marginales du test standardisé ont été modifiées pour l'un des

## 9 Annulation du freinage d'urgence par le système d'assistance malgré une situation dangereuse

Comme dans le cas de test sans intervention, le système AEB (Autonomous Emergency Braking) équipant le camion du constructeur n° 3 émet tout d'abord un signal d'alerte (à partir de 1,2 seconde), puis intervient la phase de freinage d'alerte anticollision (à partir de 1,5 seconde). À partir de 1,8 seconde et environ 20 mètres avant la cible, les dispositifs robotiques de l'essai exercent une pression modérée sur la pédale de frein, ce qui n'enclenche pas de ralentissement supplémentaire, car cet effet de freinage est inférieur à celui déclenché par le système d'aide au cours de la phase de freinage d'alerte. À 2,2 secondes, le ralentissement diminue jusqu'au niveau du freinage modéré enclenché par les dispositifs robotiques, ce qui signifie que le système AEB cesse de freiner activement. À 2,5 secondes et environ 12 mètres avant la cible, le voyant d'alerte du système AEB s'éteint lui aussi, si bien que le système est complètement désactivé. Cet état perdure pendant 0,5 seconde, jusqu'à ce que le conducteur de sécurité appuie sur la pédale de frein pour éviter d'endommager davantage l'équipement d'essai, ce qui est reconnaissable à l'augmentation de la course de la pédale et au ralentissement accru. La collision ne peut toutefois plus être évitée, bien que le même camion se soit auparavant arrêté de manière fiable sans qu'il ait été nécessaire d'actionner la pédale de frein. Dans ce cas, la cible est heurtée à une vitesse de 25 km/h.



camions. D'une part, le scénario a été réalisé dans un léger virage au lieu d'une ligne droite. Dans ce cas, le système de freinage d'urgence a averti le conducteur de la présence de l'obstacle nettement plus tard (à 9 mètres de l'obstacle) que dans le cas standard (27 mètres). La collision qui, auparavant, avait pu être évitée de manière fiable, s'est alors produite à plus de 30 km/h. D'autre part, le recouvrement des véhicules a été modifié, ce qui a également conduit à des résultats nettement moins bons.

**Conclusion :** les différentes aides au freinage d'urgence de camions testées sont indiscutablement conformes à la réglementation. Mais une comparaison de la mise en œuvre du système par les différents constructeurs et l'efficacité d'un freinage manuel additionnel montrent que la réglementation actuelle ne permet pas d'exploiter pleinement le potentiel tech-

nique du dispositif. De plus, la modification de l'action du système en fonction du comportement du conducteur a parfois des conséquences importantes pour la sécurité, puisque dans l'un des cas, une intervention du conducteur a entraîné une annulation du freinage d'urgence malgré la situation dangereuse. La manière contrastée dont les différents constructeurs interprètent l'exigence légale selon laquelle le conducteur doit à tout moment pouvoir reprendre la main sur les systèmes d'aide à la conduite est particulièrement problématique lorsque les conducteurs d'une entreprise de transport ou de toute autre flotte de véhicules sont régulièrement affectés à des modèles de véhicules de différents constructeurs. Il serait donc souhaitable de discuter d'une harmonisation de la conception des systèmes.

Par ailleurs, les essais réalisés par DEKRA montrent qu'en cas d'écart par rapport à la situation

## Exploiter le potentiel et les possibilités d'optimisation

**Dr Othmar Thann**

Directeur de l'Office autrichien de la sécurité routière



**Les systèmes de sécurité actifs et les systèmes d'aide à la conduite ont connu une évolution foudroyante à la fin du 20<sup>e</sup> siècle. Des systèmes d'aide à la conduite avancés peuvent contribuer de manière significative à la prévention des accidents et à la réduction des conséquences des accidents, ainsi qu'à atténuer sensiblement le risque d'accident. Dans une perspective d'avenir, il convient toutefois d'examiner les possibilités pour la sécurité, mais aussi les risques qu'ils recèlent, en particulier lorsque les systèmes sont axés sur le confort et le soulagement à long terme du conducteur.**

Le potentiel d'accroissement de la sécurité routière offert par les systèmes de sécurité actifs n'est pas seulement confirmé par de nombreux travaux de recherche, mais aussi reconnu par les instances politiques et la législation. Pour les véhicules des classes M2, M3, N2 et N3 (autobus et camions), la mise en place de systèmes de freinage d'urgence avec détection d'obstacles et détection de véhicules à moteur en mouvement est devenue obligatoire en novembre 2013 pour les nouveaux modèles et en novembre 2015 pour les nouvelles immatriculations.

À cet égard, le faible niveau d'information de la population autrichienne, par exemple, traduit un déficit majeur : une enquête actuelle menée auprès des consommateurs par l'Office autrichien de la sécurité routière montre qu'un consommateur autrichien sur cinq se considère comme mal (ou pas du tout) informé sur le thème de la conduite automatisée. Un autre résultat de cette enquête montre toutefois que les aides de technologie moderne jouent un rôle important et continueront de gagner en importance à l'avenir : plus de la moitié des personnes interrogées ont indiqué qu'en cas d'achat d'un nouveau véhicule, elles attacheraient de l'importance à ce qu'il soit équipé de systèmes d'aide à la conduite, et en particulier d'un assistant de stationnement, d'un régulateur de vitesse adaptatif et d'une aide au freinage d'urgence.

Pour exploiter pleinement le potentiel de ces aides techniques, des connaissances relatives au fonctionnement et à la manipulation de ces outils sont également requises. À cet égard, il convient de s'adresser proactivement à la société et de lui fournir le savoir nécessaire, domaine dans lequel les médias et le système éducatif ont sans conteste un rôle important à jouer.

Le besoin d'information de la population concernant les systèmes d'aide à la conduite est élevé. Une grande partie de la population est également favorable à ce que la connaissance des systèmes d'aide à la conduite soit à l'avenir inscrite dans la formation générale dispensée aux conducteurs (tant dans la partie pratique que théorique). Près de 60 % des personnes seraient même disposées à suivre une formation d'une demi-journée sur les systèmes d'aide à la conduite.

Les élèves actuels des autos-écoles sont voués à être des usagers de la route actifs pendant bien longtemps. Compte tenu de la foule de systèmes d'aide utiles qui équipent d'ores et déjà les véhicules neufs, il ne fait aucun doute que la connaissance et la maîtrise pratique des aides à la conduite doit faire partie de la formation à la conduite. Il est temps d'agir.

## Les dispositifs d'éclairage offrent des possibilités d'améliorer la sécurité routière

« standard », les performances des systèmes diminuent nettement. Les constructeurs devraient donc accroître la diversité des essais nécessaires à la mise au point des fonctions et tester les systèmes dans des scénarios encore plus variés. Pour l'avenir, il s'agira donc d'accroître les exigences légales de manière à ce que les systèmes fonctionnent de manière encore plus fiable dans des situations de circulation réelles. Les modifications des exigences minimales décidées au niveau de l'ONU vont dans la bonne direction, mais doivent à présent être rapidement transposées dans le droit.

### Voir et être vu

Dans la circulation toujours plus dense qui sévit sur nos routes, les dispositifs d'éclairage et de signalisation lumineuse qui équipent les véhicules et leurs remorques revêtent également une grande importance. Voir les autres usagers de la route, être vu par eux et pouvoir communiquer avec eux si nécessaire est essentiel pour pouvoir maîtriser les situations sur la route. En particulier dans l'obscurité, il est crucial de pouvoir rapidement et clairement appréhender l'apparence lumineuse d'un véhicule et identifier ses configurations et structures spécifiques.

À cet égard, la conduite hautement ou entièrement automatisée posera à l'avenir de nouveaux défis qu'il conviendra de relever. Pour garantir un fonctionnement fiable,

y compris au-delà des frontières nationales, il faudra impérativement fixer de manière harmonisée le type, le nombre, la couleur et la position de montage des dispositifs d'éclairage actifs et passifs des véhicules. Des exigences fondamentales dans ce domaine ont tout d'abord été définies dans la « Convention de Vienne sur la circulation routière » (Vienne, 1968). Désormais, ce sont essentiellement les réglementations de l'UE et de la CEE-ONU, nettement plus détaillées et harmonisées à l'échelle internationale, qui priment.

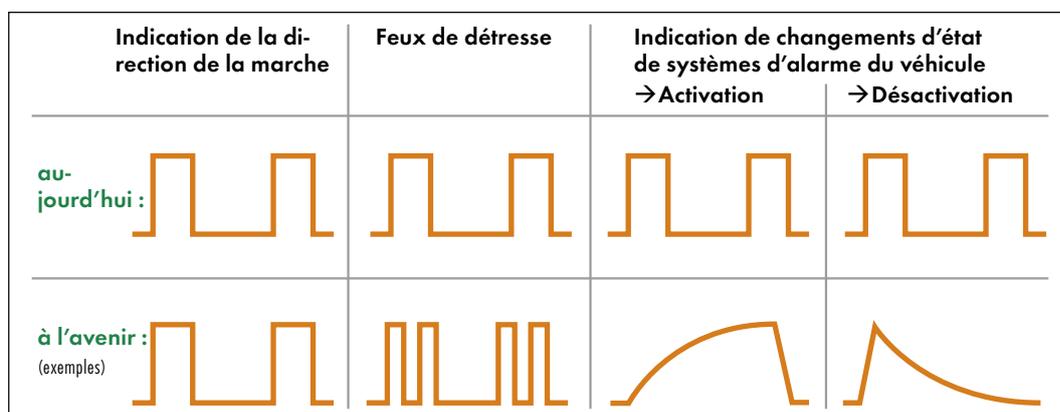
Même si les dispositifs d'éclairage qui équipent les véhicules modernes se distinguent par des solutions fonctionnelles et des designs parfois très voyants, ils doivent toujours être homologués dans le cadre des réglementations applicables (ou mises à jour en conséquence). Dans ce contexte, DEKRA s'engage à pousser plus avant le développement des dispositifs de signalisation lumineuse standard dont le potentiel n'est pas encore pleinement exploité, de manière à renforcer encore l'effet escompté. Par exemple en ce qui concerne l'optimisation de la signalisation à l'aide des clignotants, comme illustré par les deux exemples suivants.

### Des progrès synonymes d'améliorations supplémentaires

Dans le premier cas, il s'agit de la différenciation de la séquence d'impulsions du signal lumineux selon la situation. En vue d'une meilleure mise en évidence des situations dangereuses, une réflexion a été menée dès les années 1990 sur la modification du signal des feux de détresse à l'aide d'un double clignotement. Une telle séquence d'impulsions optimisée permettrait non seulement un renforcement de l'effet d'avertissement, mais aussi une différenciation du profil de signal.

Ainsi, les clignotants orange servent aujourd'hui à signaler un changement de direction planifié, une situation dangereuse générale (feux de détresse), depuis peu un freinage d'urgence, mais aussi l'activation ou la désactivation de l'alarme antivol. En raison de l'affectation de ces diverses fonctions aux clignotants, les experts de DEKRA préconisent de différencier à l'avenir ces quatre formes de signaux. De même, dans la situation, qui survient fréquemment dans un trafic fluide aussi bien que dans des ralentissements, où l'arrière ou l'avant du véhicule est à moitié dissimulé, un double clignotement en guise de signal de détresse permet une différenciation claire et donc un gain de sécurité grâce à un profil de signal univoque.

*Jusqu'ici inexploité, le potentiel d'optimisation des signaux lumineux devant ou pouvant être émis par les véhicules devrait faire l'objet d'une nouvelle discussion dans les instances internationales, au regard des possibilités techniques nouvelles et étendues de représentation de formes de signal différenciées et harmonisées.*



Source : Groupe de travail Technique dans le cadre du Comité de direction pour la sécurité routière dans le land de Saxe, Allemagne

## Sauver des vies par des moyens simples

L'autre cas concerne le signalement encore plus explicite d'un changement de voie ou de direction imminent ou d'ores et déjà engagé, en particulier s'agissant de grands véhicules utilitaires. La question de fond, que les instances compétentes en matière de technologie d'éclairage doivent absolument remettre à l'ordre du jour, est la suivante : comment, notamment grâce à une signalisation améliorée, lutter encore plus efficacement contre les risques graves auxquels les usagers de la route sont exposés dans de telles situations routières ?

En guise de solution possible, l'alinéa 6.5.3.1 a été ajouté dans le règlement n° 48 de l'ONU. Depuis le 8 octobre 2015 déjà, celui-ci prévoit, pour les nouvelles homo-

logations de type, une obligation d'équiper les véhicules utilitaires longs et lourds ainsi que leurs remorques de trois clignotants latéraux supplémentaires de catégorie 5 ou 6. À l'heure actuelle, l'amélioration de la signalisation visée par cette mesure peut également être obtenue au moyen d'« au moins trois feux de position latéraux orange s'allumant en phase et à la même fréquence que les clignotants ».

Cette approche, qu'il convient certainement de saluer, doit toutefois être réexaminée en vue d'améliorer encore la perception visuelle de cette signalisation (de danger). Ainsi, compte tenu des progrès techniques, la possibilité de recours à la variante de signalisation avec les feux de position clignotants devrait être limitée dans le temps, de même que l'utilisation des clignotants de catégorie 5. En effet, avec une intensité lumineuse minimale prescrite d'à peine 0,6 candela, ces derniers sont nettement moins visibles que les clignotants de catégorie 6, qui ont une intensité minimale de 50 candelas. À cet égard, DEKRA propose de convertir les feux de position latéraux (éventuellement associés dès aujourd'hui à des réflecteurs latéraux) en feux de position latéraux compacts avec fonction clignotante complète intégrée par le biais de clignotants de catégorie 6.

En conjonction avec les assistants de changement de direction, les véhicules disposeraient ainsi à l'avenir d'une panoplie d'instruments de prévention des risques encore plus efficace et susceptible de sauver des vies, au bénéfice du conducteur aussi bien que des autres usagers de la route.

## À l'avenir, le contrôle technique des véhicules sera de plus en plus basé sur les données

Il est clair que lorsque des systèmes de conduite assistée et automatisée sont intégrés dans une voiture, il est nécessaire de veiller à ce qu'ils fonctionnent de manière fiable pendant toute la durée de vie du véhicule, au même titre que les composants mécaniques liés à la sécurité. En effet, seule une telle garantie leur permet également de déployer leurs effets escomptés. Par conséquent, le contrôle technique périodique des véhicules, tel qu'il existe déjà depuis des années dans de nombreux pays du monde, jouera un rôle encore plus important à l'avenir.

Toutefois, compte tenu de l'importance croissante des logiciels, des capteurs et des calculateurs pour la sécurité du véhicule, ne contrôler le bon état technique des véhicules que tous les deux ans, par exemple, ne sera bientôt plus suffisant. À moyen terme, une inspection

des véhicules basée sur les événements sera nécessaire, dans la mesure où à l'avenir, la mise à jour du firmware et des logiciels des constructeurs s'effectuera moins de manière physique à l'atelier que sans fil, c'est-à-dire « Over the Air ». En procédant à une mise à jour logicielle modifiant des fonctions importantes pour la sécurité intégrées aux systèmes d'aide à la conduite ou à des fonctions de conduite automatisée, il est possible de transformer un véhicule du tout au tout en un laps de temps extrêmement court. De telles mises à jour « Over-the-Air » recèlent en outre des risques non négligeables, à commencer par le risque de piratage informatique.

Par ailleurs, il sera à l'avenir de plus en plus important de pouvoir établir les causes et les responsabilités, en particulier après des accidents de la circulation ou des infractions au code de la route. Un être humain était-il aux commandes ? Ou le véhicule était-il piloté par le système automatisé ? Et y a-t-il éventuellement eu une défaillance du système automatisé ? Pour pouvoir contrôler à tout moment et de manière indépendante l'ensemble des systèmes relatifs à la sécurité et à l'environnement sur la totalité du cycle de vie du véhicule afin de repérer les éventuels dommages, dysfonctionnements ou manipulations, et ainsi accomplir la mission souveraine qui leur incombe en vertu de la directive 2014/45 de l'UE, les organismes de contrôle tels que DEKRA doivent pouvoir accéder de manière directe, non filtrée et non discriminatoire aux données originales, c'est-à-dire non modifiées, relatives à la sécurité et à l'environnement du véhicule. Ces données doivent également refléter l'historique du véhicule.

*L'inspection technique périodique détecte les défauts techniques sur les véhicules et réduit ainsi le risque d'accidents.*





Les tests avec participants menés par le département d'accidentologie de DEKRA ont révélé des difficultés parfois considérables en ce qui concerne la manipulation des fonctions de commande du véhicule.



## Conséquences des concepts de commande modernes

La numérisation croissante de la société a bien entendu d'ores et déjà investi les postes de conduite des véhicules. Alors qu'il y a quelques années encore, l'interaction entre le conducteur et le véhicule se faisait par le biais de contacteurs (rotatifs) et de boutons à retour haptique, les écrans tactiles et les boutons sensibles au toucher prédominent dans les véhicules modernes. Du point de vue de l'accidentologie, il est toutefois opportun de se demander si cette évolution n'entraîne pas un risque accru dans la circulation, compte tenu de l'accès souvent plus difficile aux éléments de commande, parfois cachés dans des sous-menus, et de la distraction du conducteur lorsqu'il est occupé à rechercher une fonction donnée.

Pour répondre à cette question, les chercheurs du département d'accidentologie de DEKRA ont réalisé un test consistant à demander à 80 personnes d'exécuter des commandes liées à la sécurité dans deux véhicules d'essai. À titre d'exemple, ils ont sélectionné deux générations d'un modèle de véhicule enregistrant de forts chiffres de vente et de nouvelles immatriculations en Allemagne, afin de s'assurer que les personnes testées n'étaient pas confrontées à deux philosophies de commande totalement différentes. L'écart d'âge entre les deux véhicules d'essai était de dix ans, le modèle plus ancien datant de 2012 et le modèle plus récent de 2022. Les tests ont été réalisés à l'arrêt, le contact étant mis.

L'échantillon était composé de 35 femmes et de 45 hommes. L'âge moyen se situait à 36,5 ans, 50 % des sujets testés étant âgés entre 29 et 52 ans environ. Les véhicules appartenant aux participants eux-mêmes étaient majoritairement immatriculés après 2015, et donc plus récents que le plus ancien des véhicules d'essai. Près de 54 % des participants parcouraient plus de 10 000 kilomètres par an, environ 24 % entre 5 000 et 10 000 kilomètres et environ 11 % moins de 5 000 kilomètres par an ou ne possédaient pas de véhicule.

Les dix tâches de commande à exécuter étaient les suivantes :

1. Mise en route de l'essuie-glace et réglage sur la vitesse la plus rapide ou l'intervalle d'essuie-glace le plus rapide disponible.
2. Activation de la ventilation de pare-brise et réglage sur le niveau maximal.
3. Mise en marche de la radio, sélection d'une station prescrite puis diminution du volume sonore à zéro.
4. Mise en route du chauffage de lunette arrière.
5. Allumage des feux de croisement.
6. Allumage des feux de brouillard avant et du feu de brouillard arrière.
7. Allumage des feux de détresse.
8. Réalisation d'un appel de phares puis allumage des feux de route.
9. Mise en route du chauffage de rétroviseur.
10. Réduction de deux degrés de la température dans l'habitacle.

## Céder le contrôle à un système de pilotage requiert un changement radical de notre manière de penser

**Prof. Dr Markus Caspers**

Professeur de design et médias, directeur de la filière « Communication and Design for Sustainability » et du centre de compétences « Corporate Communications » à l'université de Neu-Ulm



**L'expérience utilisateur, ou « User Experience » (UX), dans les véhicules est depuis quelques années un thème central dans le domaine du design d'intérieur. À mesure que l'automatisation des véhicules augmente en vue d'une « conduite autonome », l'alternance de situations où l'occupant est un passager passif et de situations où il conduit activement constitue un défi majeur, après des décennies passées à considérer que la configuration d'habitacle classique des voitures de tourisme avec un volant, une console d'affichage et deux rangées de sièges dans le sens de la marche faisait partie de l'ordre naturel des choses.**

Par conséquent, céder le contrôle à un système de pilotage dans le cadre de la conduite autonome exige un changement radical de notre manière de penser et une confiance absolue dans la sécurité et la fiabilité de ce type de système. Tout comme il existe des interrupteurs d'arrêt d'urgence sur certaines machines, il est possible d'envisager des zones sur les écrans de l'habitacle qui pourraient être activées instantanément en cas d'urgence et permettraient aux passagers de reprendre le contrôle du véhicule. Des systèmes de commande vocale basés sur l'intelligence artificielle gèreront le dialogue entre les occupants et le véhicule et serviront d'interface entre l'être humain et la machine.

Nous devons également modifier nos habitudes en ce qui concerne le design intérieur : à l'avenir, les habitacles des véhicules pourront être modifiés par le biais d'une application, et il sera possible d'activer la mise en place d'écrans configurés de manière personnalisée dans tout l'habitacle. Le véhicule deviendra un prolongement de l'espace de vie, un bureau mobile ou un refuge personnel, et l'UX sera axée sur le bien-être et le confort. Dans ce contexte, concevoir la transition du confort à une conduite active constitue un défi de taille.

Si, d'ici 20 ans, quasiment plus personne n'a de permis de conduire parce qu'il y a suffisamment de véhicules autonomes en circulation, comment faire en sorte qu'il soit possible de basculer à la conduite manuelle en cas de besoin ? Pour les designers, le défi sera de concevoir une expérience multimédia et multisensorielle. C'est-à-dire, par exemple, des commandes de pilotage par assistance vocale, des panneaux de toit à éclairage et couleur modulables ou des informations sur la marche commandées via des écrans tactiles.

### Des participants en partie dépassés dans le véhicule plus récent

En moyenne, les participants au test ont mis nettement plus de temps à réaliser les tâches demandées dans le véhicule plus récent - voire même deux fois plus de temps, comme dans le cas des tâches 2 à 5. La raison en est probablement que l'agencement des boutons de commande dans le nouveau véhicule est différent de celui auquel les sujets étaient peut-être habitués dans l'ancien véhicule. Par exemple, dans le véhicule moderne, le niveau maximal de ventilation du pare-brise est certes activé par une touche ou un bouton tactile. Cependant, ces boutons tactiles se trouvent sur le côté gauche du poste de conduite, et non sur la console centrale comme d'habitude. Par conséquent, la plupart des personnes testées ne les ont pas repérés tout de suite, car elles ont systématiquement commencé par les chercher sur la console centrale. Même s'il est également possible d'activer la ventilation maximale du pare-brise sur l'écran tactile de la console centrale via le menu « Climatisation » et ses sous-menus, cette opération est toutefois nettement plus complexe et, surtout, exige de détourner le regard (de la circulation, dans des conditions réelles) nettement plus longtemps.

## Les concepts de commande modernes exigent souvent un apprentissage intensif

D'autres tâches, comme par exemple les tâches 1, 7 et 9, ont pu être réalisées dans des délais comparables ou légèrement plus courts dans le nouveau véhicule. Cependant, cela était essentiellement dû au fait que les sujets s'étaient déjà familiarisés avec le réglage dans l'ancien véhicule. L'effet d'apprentissage a également pu être constaté pour la question 8. Dans ce cas, il était en partie plus important, car un grand nombre des participants ne savaient pas, ou n'ont découvert qu'à force d'essais, que les feux de route ne peuvent être allumés que lorsque les feux de croisement ou les feux de position sont allumés, conformément à ce que prescrit la réglementation. Les participants concernés ont ensuite mis à profit ce savoir dans le véhicule plus récent. **Figure 10**

Les participants disposaient de 30 secondes pour effectuer chaque tâche de commande. Lorsque la tâche n'avait pas pu être effectuée dans le délai imparti, la tentative était interrompue. Ici aussi, un résultat clair ressort. Dans le véhicule plus récent, le nombre de participants qui ne sont pas parvenus à exécuter les tâches de commande en 30 secondes a été nettement plus élevé que dans l'ancien véhicule. À nouveau, l'exécution des tâches 2 à 4 s'est révélée particulièrement ardue dans le véhicule moderne (ventilation du pare-brise, radio, chauffage de la lunette arrière). En ce qui concerne le temps mis à réaliser les tâches, l'âge des participants n'a joué qu'un rôle subordonné. **Figure 11**

Il est également intéressant d'examiner les résultats en répartissant les participants selon que, à titre personnel, ils conduisent ou non un véhicule du même constructeur que les véhicules d'essai. Cette comparaison révèle qu'en moyenne, les personnes qui sont dans le premier cas ont effectué presque toutes les tâches plus rapidement dans l'ancien véhicule que les personnes qui conduisent normalement un véhicule d'un autre constructeur. En revanche, les résultats ont été plus équilibrés avec le véhicule d'essai plus récent. Ceci est dû, d'une part, à un certain effet d'apprentissage et, d'autre part, au concept de commande du véhicule plus récent, avec lequel l'ensemble des participants a eu plus de mal à se familiariser, probablement parce qu'il est trop différent de celui des modèles précédents. **Figure 12**

*Dans de nombreux véhicules, le contacteur des feux de détresse se trouve au centre du tableau de bord - mais pas systématiquement dans tous.*

### Les participants plus jeunes trouvent leurs marques plus rapidement avec le concept de commande moderne

À la question de savoir lequel des deux concepts de commande ils préfèrent, les participants ont majoritairement voté pour celui du modèle plus ancien. Ceci pourrait notamment être dû à une « surcharge cognitive ». Ce terme désigne une surcharge de la mémoire de travail qui, dans ce cas concret, serait due aux impressions résultant de la manipulation du véhicule plus récent. En effet, le concept de commande du modèle récent a été source de confusion pour la plupart des participants. Ils ont mis en cause le temps de réaction de l'écran et des boutons tactiles, ainsi que le manque de retour haptique, en particulier des boutons tactiles.

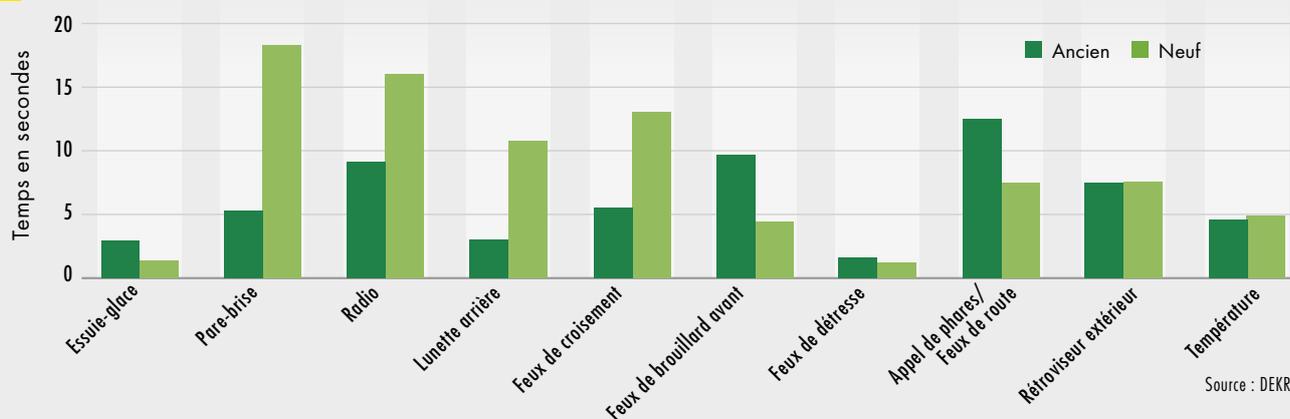
Les personnes testées ont jugé que l'effort d'apprentissage requis de la part des conducteurs par les nouveaux concepts de commande était relativement important, en particulier pour des personnes plus âgées. Le concept de commande plus récent peut notamment poser un problème de sécurité pour les personnes portant des lunettes de lecture, car elles ne peuvent pas distinguer les éléments de commande sans leurs lunettes, mais ne peuvent pas suivre la circulation lorsqu'elles les portent, puisqu'elles ne voient quasiment rien au loin. Les suggestions d'amélioration des participants allaient dans le sens d'un mélange des deux concepts, une idée consistant par exemple à conserver l'écran tactile mais à revenir à un réglage du volume sonore du véhicule par le biais d'un bouton rotatif classique.

**Conclusion :** malgré le véhicule à l'arrêt et les conditions de test, de nombreux participants ont été dépassés par le concept de commande du véhicule moderne. Même lorsqu'ils connaissaient une



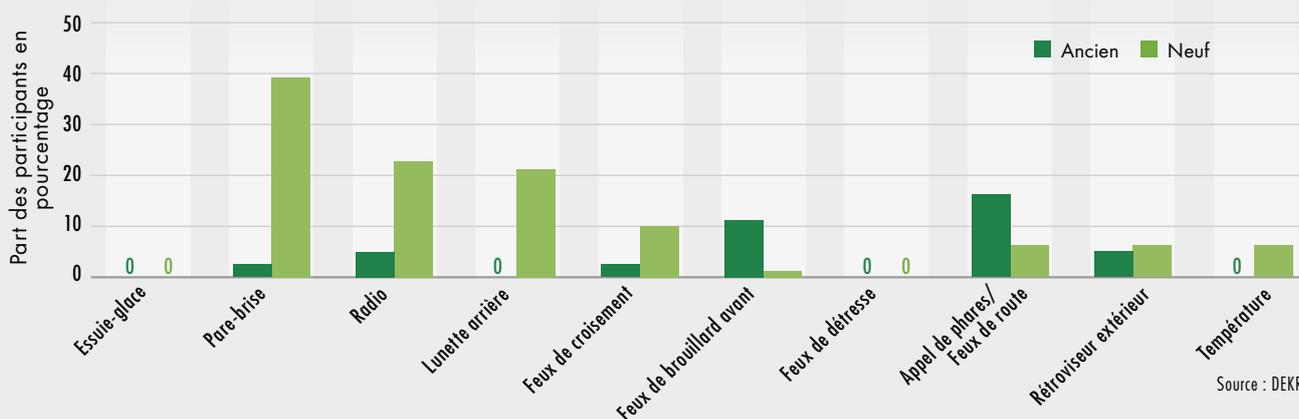
10

Temps par tâche de commande en moyenne



11

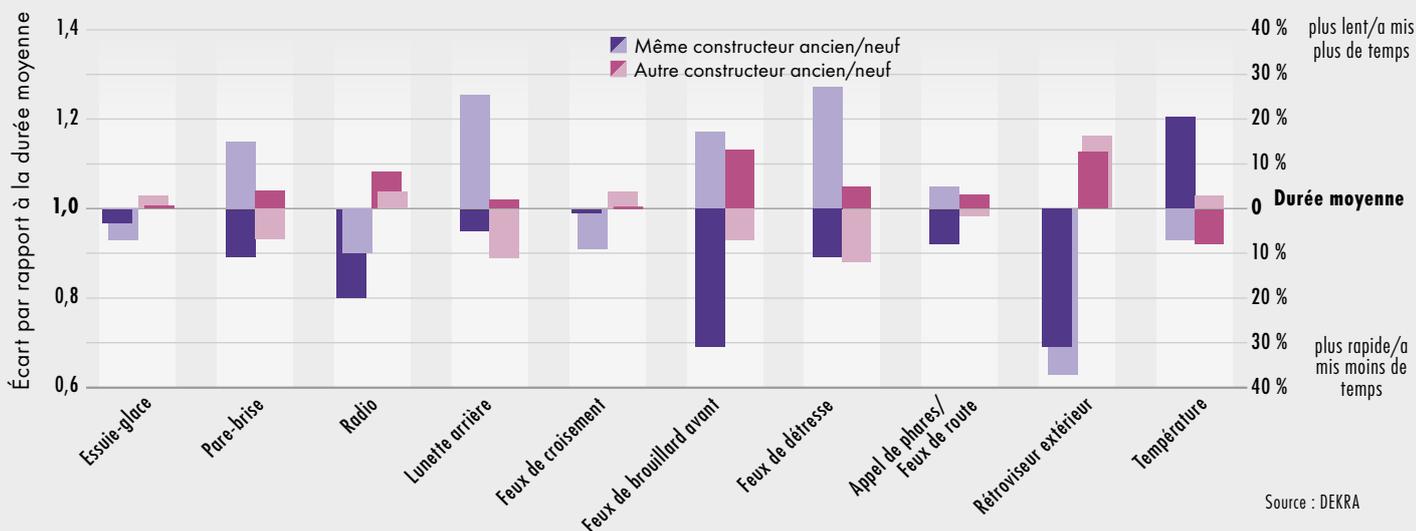
Participants ayant nécessité plus de 30 secondes pour effectuer la tâche ou n'ayant pas réussi à l'effectuer



12

Temps nécessaire en fonction du constructeur du véhicule conduit à titre personnel

La valeur 1 indiquée sur l'axe horizontal correspond à la durée moyenne. Si la colonne se trouve au-dessus de 1, le groupe concerné a mis plus de temps à effectuer la tâche. 1,2 signifie donc que le groupe concerné a mis 20 % plus de temps que la durée moyenne à effectuer la tâche en question. 0,8 signifie 20 % moins de temps.





En particulier pour ce qui concerne les réglages importants pour la sécurité, une standardisation des fonctions de commande entre tous les constructeurs serait nécessaire et urgente.

fonction donnée, beaucoup de participants avaient tendance à trop s'attarder sur le bouton tactile correspondant, si bien qu'il l'activaient et le désactivaient tour à tour, ou qu'ils activaient d'autres boutons tactiles voisins par inadvertance. Tout particulièrement en ce qui concerne les fonctions ou réglages importants pour la sécurité, les boutons et sélecteurs à retour haptique ont fait leur preuve. Ce retour étant absent sur les boutons et écrans tactiles, ceux-ci requièrent, à l'instar de la saisie sur un smartphone, de détourner le regard de la circulation plus longtemps et augmentent donc le temps de distraction. De même, les saisies erronées sont plus fréquentes, car il est plus facile de taper à côté de boutons de petites dimensions, en particulier lorsque l'on conduit. Néanmoins, il est à retenir d'une manière générale que les participants plus jeunes ont préféré le véhicule plus récent malgré des difficultés de manipulation et étaient plus disposés à se familiariser avec le concept de commande moderne.

## Des super-héros au service de la « Vision Zero »

L'accidentologie et le développement des véhicules ne sauraient se passer d'eux, car ils sacrifient leurs os d'acier pour les besoins de notre sécurité : les mannequins de crash-test. Pour que les crash-tests livrent les meilleurs résultats possibles, ces mannequins de taille réelle, ou « Anthropomorphic Test Devices » de leur appellation officielle, doivent si possible être biofidèles, c'est-à-dire réalistes. Cependant, presque tous les modèles utilisés à l'heure actuelle représentent un homme typique : le mannequin le plus courant, l'Hybrid III (HIII50M), a été développé dans les années 1970 et 1980 et représente un homme

moyen de l'époque. Il mesure 1,75 mètre et pèse 78 kilogrammes.

Le fait est qu'aujourd'hui, comme à l'époque, les accidents, et donc les personnes impliquées, ne relèvent pas uniquement de cette catégorie de personnes. L'éventail des tailles et des poids est immense et varie constamment. En outre, les caractéristiques physiques changent au cours de la vie, ce qui constitue un aspect non négligeable compte tenu de l'évolution démographique et du vieillissement de la population dans de nombreuses régions du monde. Quant au sexe féminin, il n'est quasiment pas pris en compte. Les femmes ont une morphologie différente de celle des hommes. Leur anatomie est différente au niveau du bassin, par exemple, elles ont généralement une musculature du cou plus faible et elles sont plus vulnérables au niveau des bras, des jambes, des poignets, des chevilles et de l'abdomen. En cas d'accident de la route, elles ont donc un risque de blessure différent de celui des hommes. De plus, statistiquement, les femmes sont plus souvent atteintes d'ostéoporose. Le mannequin « femme » utilisé jusqu'ici, HIII5F, est cependant directement dérivé du mannequin masculin HIII50M et en constitue une version plus ou moins réduite. Du point de vue de la taille et du poids, il correspondrait aujourd'hui plutôt à une jeune fille de 12 à 14 ans qu'à une femme adulte. Pour remédier à ce problème, un mannequin féminin entièrement

Les mannequins donnent de leur « personne » sans réserve pour les besoins de la sécurité routière et renferment des instruments de mesure extrêmement sensibles.



Ce constat rejoint également les résultats de l'enquête réalisée par Forsa pour le compte de DEKRA et déjà évoquée au début du présent rapport. Il ressort de celle-ci que 90 % des conducteurs interrogés seraient favorables à une harmonisation du mode de commande des divers systèmes et fonctions équipant les différents modèles de véhicules, y compris de constructeurs différents. Autre résultat intéressant, l'enquête a montré que 86 % des personnes interrogées de toutes les catégories d'âge ne savent pas d'emblée comment manipuler ou utiliser certains systèmes ou fonctions dans un véhicule avec lequel elles sont peu ou pas familiarisées. Cela concerne en particulier le régulateur de vitesse, le système d'éclairage, l'essuie-glace et le système de navigation. Près de 25 % des personnes interrogées ayant des difficultés d'utilisation avec certains systèmes ou fonctions ont indiqué qu'en raison de ces difficultés, il leur

était déjà arrivé d'être distraites au point de se retrouver dans une situation critique sur la route.

Dans l'ensemble, les constructeurs automobiles et les développeurs sont confrontés à un défi de taille : d'un côté, la manipulation doit être aussi intuitive que possible, mais dans le même temps, ils doivent inclure de plus en plus de fonctions et de possibilités de réglage dans le concept de commande. Ce faisant, les réglages liés à la sécurité, comme par exemple ceux liés à la visibilité et à l'éclairage, doivent occuper une place à part et être rapidement identifiables. D'une manière générale, une standardisation des fonctions de commande et de l'agencement des éléments de commande serait souhaitable et urgente. Les conducteurs seraient ainsi en mesure de trouver plus rapidement leurs marques dans des véhicules de différents constructeurs. Un système de commande vocale ne peut pas se substituer à un bon concept de commande, mais peut constituer un complément utile, à condition de savoir l'utiliser.

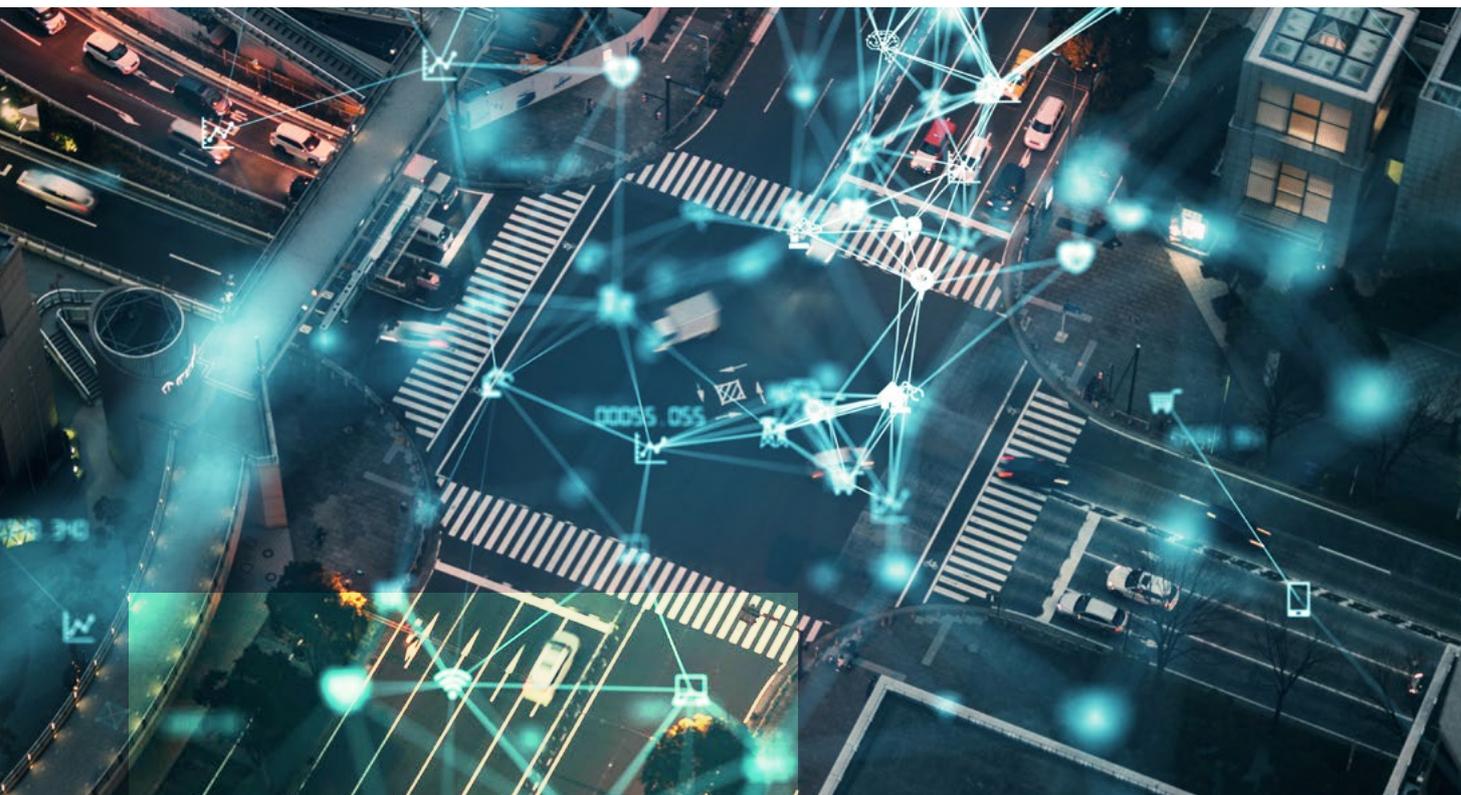
nouveau et conforme à l'anatomie féminine est actuellement en cours de développement : le THOR5F reproduit la masse musculaire plus faible, les articulations plus fragiles, le bassin plus large et les épaules plus étroites des femmes.

Un mannequin de femme senior est également en cours de développement. Le mannequin Elderly Female doit représenter une femme de 70 ans d'une taille de 1,61 mètre et d'un poids de 73 kilogrammes. Ce mannequin se distingue également des mannequins actuels par une répartition différente de la masse corporelle, puisqu'il est par exemple plus lourd au niveau des hanches. De premiers essais de collision effectués par DEKRA avec un prototype ont montré que ce mannequin se comporte différemment du mannequin féminin HIII5F actuellement utilisé. En raison de son bassin plus lourd, le mannequin Elderly Female s'enfonce plus profondément dans le coussin d'assise et la partie de la ceinture de sécurité qui entoure le bassin remonte au niveau de l'abdomen, ce qui peut entraîner de graves blessures. De plus, le haut du corps ne se déplace pas aussi loin vers l'avant, ce qui entraîne un autre type de sollicitation au niveau du bas du dos.

Un autre modèle en cours de développement est le mannequin dit « obèse ». Il représente un occupant du véhicule en surpoids et pèse 124 kilogrammes. Ici aussi, DEKRA a réalisé de premiers essais de collision avec un prototype. Les données de mesure sont en cours d'évaluation, mais les premiers résultats montrent que les systèmes de retenue atteignent leurs limites. Lorsque le mannequin obèse est installé à la place du chauffeur, la ceinture de sécurité n'est plus en mesure de retenir correctement le mannequin et ses jambes heurtent violemment le tableau de bord, au point même de le déformer.

## Les faits en bref

- Même le système le plus sophistiqué ne permet pas de défier les lois de la physique.
- De nombreuses avancées techniques du 20<sup>e</sup> siècle telles que le pneu radial, le frein à disque, le servofrein et la direction assistée sont des piliers importants de l'efficacité des systèmes actuels de protection des occupants et des partenaires.
- Des dérèglages minimes des capteurs, que ni le conducteur ni les systèmes du véhicule ne sont en mesure de détecter, peuvent entraîner des dysfonctionnements mettant en péril la sécurité des occupants.
- Les différentes aides au freinage d'urgence qui équipent les camions sont certes conformes à la réglementation, mais présentent encore un potentiel de développement important.
- Il faudrait poursuivre le développement des clignotants classiques des véhicules à moteur de manière à renforcer encore l'effet escompté.
- À l'avenir, le contrôle technique des véhicules s'appuiera de plus en plus sur des données enregistrées dans le véhicule ou sur une carte virtuelle propre au véhicule.
- En raison de l'absence de retour haptique sur les écrans tactiles équipant les véhicules modernes, le conducteur doit regarder l'écran plus longtemps lorsqu'il active une commande, ce qui augmente le temps où il est distrait de la circulation.
- Chaque constructeur étant libre de définir le guidage utilisateur qui lui semble le plus intuitif pour les commandes de véhicule activées via écran tactile, l'organisation et les libellés des menus sont très différents d'un constructeur à l'autre. Cela conduit donc inévitablement à des problèmes pour les personnes qui conduisent des véhicules de différents constructeurs (voitures de location, autopartage, etc.).



## Numérisé, interconnecté... et conforme aux règles

La conduite automatisée s'accompagne d'une série de défis d'ordre réglementaire et structurel qu'il convient de relever rapidement. Ils concernent aussi bien des questions liées aux techniques de communication et à la cybersécurité que la législation, la construction routière et la reconnaissance des panneaux de signalisation ou le rôle d'un « superviseur technique » permettant la surveillance du fonctionnement de véhicules entièrement automatisés.

Les chapitres précédents ont montré que la mise en réseau intelligente et la numérisation, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des véhicules, joueront un rôle d'une importance sans cesse croissante à l'avenir. Ce faisant, les véhicules communiquent aussi bien entre eux (de véhicule à véhicule ou V2V en anglais) qu'avec des infrastructures (de véhicule à infrastructure ou V2I) telles que les feux de signalisation ou les systèmes de gestion du trafic. Un important avantage de cette communication, également désignée par l'expression « Car-to-X », réside dans le fait qu'elle peut avertir et informer le conducteur en quelques fractions de seconde d'éventuelles situations de danger pendant son trajet, même si ces dernières n'apparaissent pas encore dans son champ de vision. Au cours de trajets parcourus de manière hautement ou entièrement automatisée, le véhicule freinerait ou changerait même de voie de façon autonome dans ces cas-là dans le but d'éviter l'endroit dangereux en observant une distance suffisante sans que le conducteur ne soit contraint d'intervenir. La mobilité connectée devrait également profiter grandement aux usagers de la route non protégés tels que les piétons et les conducteurs de deux-roues.

Pour s'assurer que c'est bien le cas et mettre à disposition la connectivité requise, des technologies de communication adéquates sont nécessaires. Outre des technologies à courte portée standardisées à des fins générales (Bluetooth, Wi-Fi, Wireless Power, communication en champ proche, etc.) et la téléphonie mobile (GSM, UMTS, LTE et toutes les variantes correspondantes), celles-ci incluent également des technologies conçues tout particulièrement pour la mise en réseau des véhicules. Il

## Les routes connectées doivent rester des routes respectueuses de l'être humain

**Jacobo Díaz Pineda**

Directeur général de l'Asociación Española de la Carretera (AEC)



**Les termes numérisation, connectivité, automatisation et cybersécurité sont aujourd'hui sur toutes les lèvres. Dans le contexte de l'infrastructure routière, ces termes se confondent de plus en plus et traduisent une réalité qui aspire à une véritable transformation de la mobilité des personnes et des marchandises.**

La mobilité connectée et autonome ainsi que la numérisation de l'infrastructure sont actuellement les points focaux de la révolution numérique. L'introduction de la 5G ouvre la porte à une multitude de possibilités dont la clé de voûte est l'interconnexion des véhicules entre eux, ainsi que l'interconnexion entre les véhicules et l'infrastructure. Il en résultera d'immenses quantités de données qui permettront une gestion dynamique des informations relatives au trafic ainsi que du réseau routier.

Bien qu'il nous reste encore beaucoup de chemin à parcourir, il existe d'ores et déjà une multitude d'initiatives qui, après une phase pilote réussie, font aujourd'hui leurs premiers pas et proposent des services d'un nouveau genre. Dans ce contexte, l'interaction entre la technologie et l'utilisateur est au premier plan, c'est pourquoi il est tout à fait primordial que les véhicules et l'infrastructure soient toujours développés en parallèle. C'est le seul moyen de répondre aux exigences en matière de mobilité en tenant compte des objectifs de durabilité et de sécurité.

L'acceptation des systèmes d'aide à la conduite par la société, la confiance dans les solutions de mobilité connectées ou encore l'acceptation de la mobilité autonome ne sont que quelques-uns des domaines dans lesquels des efforts sont encore nécessaires pour assurer le succès de toutes ces évolutions technologiques.

Ce faisant, la cybersécurité ne doit en aucun cas être négligée. Tout récemment, le Forum économique mondial a, dans son « Rapport sur les risques mondiaux 2022 », désigné la menace de cyberattaques comme l'un des principaux risques des années à venir et évoqué la nécessité d'une collaboration des États afin de gérer ces risques de manière coordonnée et transparente.

La numérisation de la mobilité est aujourd'hui une réalité. Il est toutefois primordial que les décideurs de ce secteur la fassent évoluer vers plus d'humanité et une efficacité maximale. Car les utilisateurs sont et restent des êtres humains.

s'agit par exemple de la norme Wi-Fi IEEE 802.11p ou de la norme de téléphonie mobile C-V2X (Cellular-Vehicle-to-Everything) basée sur la 4G ou la 5G. Publiée par l'Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) dès 2010, la norme 802.11p utilise la technologie Wi-Fi, qui convient à la communication en temps réel sur des distances de quelques centaines de mètres. C-V2X est une norme du 3rd Generation Partnership Project (3GPP) destinée à assurer la connectivité du trafic routier. Cette technologie permet aussi bien la communication directe sans réseau mobile que la communication sur la base d'un réseau. Pour la communication directe, un spectre de fréquence de l'ordre de 5,9 Gigahertz est utilisé. On ignore encore quelles normes s'imposeront au bout du compte. Mais de nombreux arguments plaident en faveur de la technologie C-V2X. Aux États-Unis et en Chine, du moins, la décision est déjà tombée en faveur de cette norme.

Un aspect important dans ce contexte est la couverture de signal fiable, car la plupart

des applications relatives au domaine des « voitures connectées » dépendent fortement du bon fonctionnement de la communication. Ainsi, une perte de signal n'est pas critique pour les applications non liées à la sécurité car l'utilisateur est facilement en mesure de constater si une connectivité est disponible ou pas. S'agissant des services ou des applications de sécurité comme le système eCall, il est toutefois conseillé de déclencher des alertes afin d'informer l'utilisateur quant à d'éventuels défauts de communication. En outre, il est recommandé que le système soit en mesure de reprendre automatiquement son fonctionnement normal dès que le signal est à nouveau stable.

### Connectivité et transmission de données protégées contre les manipulations non autorisées

Au regard des immenses volumes de données que les véhicules, avec leurs multiples calculateurs et capteurs, génèrent, le standard de communication 5G fait figure de technologie clé de la mobilité connectée et revêt une importance capitale. Car la 5G permet de transporter les données de manière nettement plus rapide, plus fiable et en plus grandes quantités que la 4G. Alors que la 4G (ou LTE) ne permet que des taux de trans-

## Le traitement de l'information par les systèmes actuels peut encore être fortement amélioré

mission allant jusqu'à 100 mégabits par seconde, ils peuvent atteindre 10 gigabits par seconde avec le standard 5G, avec en outre un temps de latence d'une milliseconde au maximum. Pour des véhicules devant constamment échanger des données entre eux et avec leur environnement en temps réel, un temps de latence aussi court est absolument nécessaire. Toutefois, il pourrait encore s'écouler un certain temps avant que cette technologie soit mise en œuvre à grande échelle, car elle n'est judicieuse que si elle est employée par un nombre très important d'utilisateurs et si des investissements en conséquence sont investis dans les infrastructures (routières).

Compte tenu de l'interconnexion croissante des véhicules, la protection contre la cybercriminalité gagne elle aussi en importance. Pour empêcher autant que faire se peut des attaques de l'extérieur, les constructeurs doivent veiller depuis juillet 2022 à ce que les nouveaux types de véhicules soient protégés contre toute manipulation non autorisée en ce qui concerne la connectivité et la transmission des données. À partir de juillet 2024, cette disposition s'appliquera à tous les véhicules neufs dans l'UE. La base en est la réglementation élaborée par le Forum mondial de l'harmonisation des règlements concernant les véhicules des Nations unies (ECE-ONU WP.29) en 2020, qui prévoit que les constructeurs mettent en œuvre un système de gestion certifié sur l'ensemble de la durée de fabrication et de vie d'un véhicule aussi bien en ce qui concerne la cybersécurité (UN-R 155) que les mises à jour logicielles (UN-R 156).

### Interprétation limitée de situations routières complexes

Les règles de base des différentes législations en matière de circulation routière des États de ce monde placent également les développeurs

informatiques face à des défis énormes. Car les réglementations respectives doivent être opérationnalisées via des « relations si-alors » électroniques. C'est le cas, par exemple, de l'exigence de constamment faire preuve de prudence et de respect mutuel sur la route, ainsi que de celle de ne pas infliger de dommages aux autres usagers de la route, de ne pas les mettre en danger et de ne pas les gêner ni les importuner. Ainsi, l'interprétation du code de la route allemand (StVO) s'adresse au conducteur conventionnel et s'avère être quelque peu « éprise de détail », au vu de la diversité de solutions proposées au cas par cas. Deux exemples illustrent bien les exigences élevées à l'égard de la logique de décision électronique : la règle dite « de la marche à vue » et le principe de confiance.

La règle de la marche à vue impose au conducteur de veiller à pouvoir s'arrêter à tout moment sur la partie de voie qu'il aperçoit devant lui. Le principe de confiance stipule que tous les usagers de la route peuvent s'attendre à ce que les autres usagers respectent les règles applicables. Transposée dans l'univers de la conduite entièrement automatisée, la règle de la marche à vue signifie que les capteurs du véhicule doivent, malgré leur portée actuellement limitée, par construction, à environ 250 mètres, à tout moment pouvoir discerner la distance de visibilité minimale relative. Car il s'agit de la condition requise pour pouvoir adapter la vitesse du véhicule en fonction de la situation sur la route. La distance de visibilité concernée peut être entravée du fait de la configuration de la route, des conditions météorologiques, de véhicules qui précèdent ou de restrictions situationnelles telles qu'un chantier temporaire ou mobile.



*Pour permettre l'adaptation de la vitesse dans chaque situation de conduite, les capteurs du véhicule doivent actuellement disposer à tout moment d'une distance de visibilité de 250 mètres.*

En tenant compte du temps de réaction d'environ 0,2 seconde pertinent pour l'automatisation et en prévoyant une marge de sécurité pour les conditions défavorables, les experts en Allemagne préconisent donc une réduction sensible (jusqu'à 20 %) de la vitesse de conduite autorisée et un allongement de la distance de sécurité. Toutefois, cela perturbe « l'harmonie du flux de trafic » et pourrait inciter les conducteurs de véhicules conventionnels à dépasser ou à s'engager dans l'intervalle entre deux véhicules.

En outre, de nombreux experts de la circulation pointent du doigt le fait que la tech-

nologie est encore incapable, à l'heure actuelle, de mettre en œuvre correctement le traitement des informations requis par le principe de confiance. En d'autres termes : les systèmes ne sont pas encore en mesure de déchiffrer et d'interpréter de manière adéquate les situations de circulation complexes. Et cela est catastrophique. Car même si chaque usager de la route peut s'attendre à ce que les autres usagers se conforment aux réglementations applicables, il existe une exception à cette règle, autorisée par le droit en vigueur, qui vise à protéger les usagers vulnérables de la route tels que les enfants, les piétons ou les

cyclistes. De plus, on observe chaque jour des écarts non autorisés par rapport aux règles.

### Erreurs de perception des capteurs critiques pour la sécurité

Par conséquent, les capteurs et les composants systèmes en aval doivent pouvoir identifier de manière fiable les personnes pour lesquelles le principe de confiance ne s'applique pas. En outre, la technologie des capteurs doit être en mesure d'identifier les situations de conflit potentielles et de prévoir correctement l'évolution

## Cellular-Vehicle-to-Everything : tirons parti dès maintenant des avancées réalisées jusqu'ici



**Johannes Springer**

Directeur général, 5G Automotive Association

**Plus de six ans après sa création, la 5G Automotive Association (5GAA) continue de travailler d'arrache-pied à rendre nos routes plus sûres, à permettre une circulation plus efficace et à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.**

Le but vers lequel notre association tend est clairement indiqué dans notre feuille de route 5GAA : la technologie C-V2X (Cellular-Vehicle-to-Everything) est au cœur de nos activités, et nous avons défini plusieurs étapes jusqu'en 2030. Actualisée fin 2022, cette feuille de route C-V2X est le fil conducteur qui guide notre engagement et nos efforts pour que toute une série de cas d'application, notamment des applications de sécurité, deviennent des réalités. Ces efforts comprennent bien entendu les investissements nécessaires de la part des différents acteurs de l'écosystème 5G – constructeurs automobiles, opérateurs de télécommunications, opérateurs de réseau – que la 5GAA réunit pour faciliter la mise en œuvre pratique.

Nous sommes actuellement à un tournant : la technologie est là, depuis des années. Les véhicules sont déjà équipés de fonctionnalités de réseau mobile depuis un certain temps, et une flotte importante de véhicules connectés est disponible sur le marché. De nouveaux modèles équipés de la technologie 4G et 5G sont mis en circulation chaque jour. Une partie des investissements a donc déjà été réalisée. Il est maintenant temps d'exploiter les développements C-V2X existants et d'étendre la fonctionnalité, de mettre en place l'infrastructure et d'améliorer encore la fiabilité des applications. L'écosystème, tout comme notre association, ne fait jamais de surplace. Des innovations telles que la communication directe 5G-V2X, l'Edge Computing (informatique en périphérie) ou l'utilisation de réseaux non terrestres montrent qu'il n'y a pas de stagnation technologique. Au contraire, la série d'innovations résultant d'initiatives telles que le 3GPP (dont la 5GAA est fière d'être partenaire) crée des perspectives prometteuses pour des applications dans le domaine automobile.

Mais les investissements consentis par les acteurs du secteur risquent d'être vains si le cadre réglementaire adéquat fait défaut. Les pouvoirs publics doivent veiller à la neutralité technologique afin que l'écosystème puisse faire ses choix librement. Toutes choses étant égales par ailleurs, la meilleure solution selon des critères purement commerciaux finira toujours par s'imposer. La collaboration entre les pouvoirs publics et les acteurs du secteur privé a toujours été une priorité pour notre association : dès le début, notre objectif a été de créer des espaces de dialogue entre les experts et les décideurs. Dans le même temps, étant toujours à la recherche de bonnes pratiques et de recommandations, la 5GAA continuera de consulter les exploitants du réseau routier. Parvenir à un consensus est un exercice difficile. Mais c'est précisément cela qui nous donne des ailes.

du comportement des usagers de la route. Des situations de conflit potentielles peuvent notamment survenir aux entrées et sorties de parkings et de relais routiers, au niveau de l'accès à des bâtiments et des terrains, à proximité d'arrêts de tramways et de bus ou à des passages pour piétons. Étant donné qu'il n'existe pour l'instant que des embryons de réponse à cette problématique, il existe un grand besoin de recherche dans ce domaine également.

De surcroît, le fonctionnement actuel de la technologie des capteurs et la logique de décision programmée sont encore sujets à erreurs. Selon une analyse réalisée par l'université de Londres en 2021, une erreur de perception des capteurs critique pour la sécurité se produit tous les 288 miles sur les véhicules entièrement automatisés. Ceci est dû à des défauts matériels (défauts des composants, usure, manipulation, endommagement), à des problèmes d'identification des conditions situationnelles (chantiers temporaires ou

mobiles, par exemple), à un défaut de surveillance fiable des conditions environnementales malgré une perceptibilité plus difficile (en raison de phénomènes météorologiques tels que la neige, le brouillard ou la pluie) ainsi qu'à une infrastructure défectueuse (nids de poule ou marquages au sol interrompus).

Outre une reconnaissance fiable des objets, le système d'automatisation doit également être en mesure de mettre en œuvre une conduite anticipative. Pour cela, il faut une base de connaissances consultable répertoriant les interactions entre des objets individuels dans différentes situations routières et les relations entre différents déroulements, comme base pour une décision de conduite appropriée. L'exemple suivant permet d'illustrer cet aspect : lorsqu'un ballon émerge d'une zone non visible et roule sur la rue, un conducteur humain s'attendrait, sur la base de son expérience, à la possibilité qu'une personne émerge de cette même zone et s'avance sur la route. Dans ce scénario,

il faut non seulement éviter la collision avec le ballon, mais aussi faire preuve de prudence pour ne pas heurter une personne, par exemple un enfant, lancée à la poursuite du ballon. Un véhicule automatisé qui ne serait pas capable d'interpréter une telle situation chercherait uniquement, par manque de connaissances, à éviter la collision avec le ballon, mais ne tiendrait très probablement pas compte d'une éventuelle personne surgissant brusquement sur la route.

### Communication compréhensible entre les usagers de la route

Pour tenir la promesse d'un surcroît de sécurité grâce à la conduite entièrement automatisée, il faut répondre à la question de savoir comment ces véhicules peuvent interagir dans une circulation mixte comprenant par exemple des usagers vulnérables de la route ou des véhicules à conduite conventionnelle. À cet égard, l'interaction entre les usagers de la

## La cybersécurité est un maillon essentiel de la sécurité routière

**L'un des problèmes auxquels l'Italie et la population italienne sont confrontées concerne la qualité des routes, tant urbaines qu'extra-urbaines. La sécurité routière est donc un sujet très préoccupant auquel il faut accorder plus d'attention.**

Dans ce contexte, il ne fait pas de doute qu'une numérisation accrue peut permettre l'amélioration du réseau routier italien. Mais il faut absolument prendre conscience du fait que la cybersécurité est un élément essentiel de la sécurité routière. Elle ne doit donc pas être négligée, à mesure que l'industrie automobile poursuit son développement. Il s'agit du défi majeur auquel sont confrontés tous les constructeurs automobiles, qui sont conscients que des véhicules de plus en plus connectés constituent une cible de choix pour des cyberattaques.

Les institutions et les particuliers doivent comprendre que la « route » représente un danger pour la santé et la sécurité de la population, et qu'il serait judicieux de prendre toutes les mesures envisageables pour limiter les risques liés à l'utilisation des véhicules. Dans un monde hautement concurrentiel, où les cybermenaces sont devenues une arme à des fins illicites et un moyen de nuire à autrui, la cybersécurité sera essentielle pour défendre et promouvoir la prospérité et la liberté.

Il faut impérativement en prendre conscience, car seule une protection efficace et commune contre les cyberrisques permettra de restaurer le calme nécessaire pour évoluer sereinement dans le monde numérique. La sécurité numérique, qui est étroitement liée à la sécurité routière, ne doit plus être considérée comme un coût, car elle constitue un investissement social d'intérêt commun : elle a vocation à rendre les citoyens, les entreprises et les institutions moins vulnérables aux attaques malveillantes, à réduire les coûts sociaux et économiques potentiellement très élevés qui en résultent et à maximiser les avantages et les opportunités d'Internet.

**Prof. Giuseppe De Rita**  
Président du Centro Studi  
Investimenti Sociali (Censis)



route constitue l'un des principaux défis. Car il n'existe, à ce jour, que peu de données sur la manière dont ces véhicules communiquent dans des situations exigeant un comportement coopératif, comme par exemple lors de l'insertion dans le trafic autoroutier à partir d'une bretelle d'accès ou à des carrefours à priorité égale. Dans de telles situations à impasse, des gestes, certains signaux dans le contact visuel ou une conduite défensive prudente peuvent contribuer à clarifier la situation.

Comme dans les autres domaines de la vie, il existe une communication explicite et une communication implicite dans la circulation routière. Explicite signifie qu'un message clair et sans équivoque est envoyé. Implicite fait référence à des états de fait qui ne peuvent pas être compris par eux-mêmes, mais qui doivent être déduits logiquement. Il n'y a quasiment pas de communication explicite dans la circulation routière. En revanche, la communication implicite telle que les schémas et dynamiques de déplacement de véhicules jouent un rôle important pour garantir un comportement efficace dans la circulation, en particulier pour les piétons. Ce constat a été étayé par une étude néerlandaise, qui a découvert que seuls 2,7 % des piétons à des passages pour piétons ont indiqué par des gestes qu'ils souhaitaient traverser la rue. Les piétons et les automobilistes n'ont que rarement recours à une communication explicite, et se reposent plutôt sur des « indices » tels que la distance, la vitesse ou le comportement de freinage.

Une étude de terrain ayant pour objet d'enregistrer et d'analyser les interactions entre conducteurs et piétons dans différentes villes européennes (n = 701 interactions) a révélé que 4 % seulement des conducteurs communiquent (explicitement) par gestes avec les piétons, et moins de 1 % par klaxon ou appel de phares. Seuls 6 % des piétons ont eu recours à des gestes pour indiquer qu'ils souhaitaient traverser la route. Identifier l'intention des pié-

## L'interaction entre les usagers de la route augmente la sécurité

tons de traverser la route constitue ainsi un processus de perception difficile à mettre en œuvre, tout particulièrement pour des véhicules entièrement automatisés, et requiert de plus amples recherches.

Pour améliorer la communication, diverses interfaces humain-machine sont en cours de développement et d'optimisation. Ces « Human Machine Interfaces » (HMI) remplissent différentes fonctions, selon l'interlocuteur auquel la communication s'adresse. Il existe tout d'abord des HMI servant à communiquer à d'autres véhicules des informations sur le propre comportement ou état du véhicule concerné. Les feux stop et les clignotants constituent par exemple de telles eHMI. D'autres prototypes, tels que des projections sur la route, des bandes lumineuses ou des écrans sont en cours d'étude et d'essai. Cependant, la plupart de ces eHMI ne correspondant pas à des normes ou à des exigences minimales, plusieurs problématiques sont à examiner. Par exemple, il reste à déterminer quelles couleurs conviennent le mieux, où les eHMI doivent être placées et, de manière générale, quel support est le plus adapté. En outre, il convient encore de clarifier si les eHMI doivent informer d'autres usagers de la route sur les intentions du véhicule qu'elles équipent ou si elles doivent même les inviter à

Suite à la page 76 >>



Les affichages tête haute projettent des informations importantes sur le pare-brise, notamment concernant les panneaux de signalisation.

## Réflexions juridiques sur l'article 1d de la loi allemande sur la circulation routière

**Prof. Dr jur. Dieter Müller**

*Directeur du département des sciences de la circulation à l'école supérieure de la police saxonne (FH) à Rothenburg/Haute-Lusace et Président du comité consultatif juridique du Conseil allemand de la sécurité routière (DVR)*



**On dit que la conduite automatisée et la conduite autonome sont l'avenir de notre mobilité automobile. Mais quelles opportunités réelles ce nouveau mode de locomotion révolutionnaire recèle-t-il, et quelles en sont les limites ? Sur le plan normatif, les autorités législatives et réglementaires ont d'ores et déjà pris les devants et défini les conditions-cadres (actuelles) juridiques en matière de circulation. Dans quelle mesure et avec quel niveau de détail ? Les réflexions suivantes tentent de répondre à ces questions.**

Selon un dicton courant parmi les juristes, « un coup d'œil sur la loi facilite la détermination du droit ». Mais cette vérité ne s'applique pas dans tous les cas, car les textes de loi sont fréquemment rédigés dans un jargon juridique alambiqué et donc difficilement compréhensible. C'est également le cas du nouvel article 1d avec effet au 28 juillet 2021 introduit par le législateur dans la loi allemande sur la circulation routière (StVG), qui concerne les « véhicules à moteur à fonction de conduite autonome dans des zones d'exploitation définies ». Pour commencer, le premier paragraphe définit de manière contraignante le terme « véhicule à moteur à fonction de conduite autonome », qui correspond à un véhicule à moteur de niveau 4. Le législateur exige d'un véhicule à moteur à fonction de conduite autonome qu'il soit capable, grâce aux seuls dispositifs techniques dont il est équipé, d'accomplir de façon autonome sa mission de conduite dans une zone d'exploitation définie, sans l'aide d'une personne conduisant le véhicule.

Le terme « mission de conduite » fait référence aux différentes opérations à effectuer pendant un trajet automobile, comme par exemple prendre un virage, dépasser ou se garer.

Pour la réalisation des opérations de conduite, une « personne conduisant le véhicule » n'est plus nécessaire. Celle-ci peut, lors de l'entrée dans la zone d'exploitation où la conduite autonome est permise, se contenter temporairement du rôle de passager, auquel cas elle n'est plus généralement considérée comme un usager de la route, car son comportement n'a pas d'impact sur la circulation. Seul le comportement du véhicule a un impact sur la circulation, ce qui est exprimé par l'expression « de façon autonome ». La notion d'autonomie ne doit pas être comprise au sens humain du terme, car il s'agit toujours d'une autonomie résultant d'une programmation humaine et pilotée par la technique. Dans le « mode autonome » de niveau 4 pertinent ici, les véhicules peuvent rouler de façon autonome sans obligation que les conducteurs puissent prendre la main sur la conduite. Les fonctions agissent donc de manière quasi autonome lors de l'exécution de la mission de conduite en question. J'utilise ici le terme « quasi autonome », car il s'agit de véhicules dont le logiciel a été programmé par un être humain pour accomplir presque toutes les tâches de conduite imaginables, et parce que la capacité d'agir de manière réellement autonome est le privilège de l'être humain doué de libre arbitre. Le terme « autonome » n'est donc pas vraiment adapté aux véhicules programmés, mais correspond à un souhait en matière de politique des transports.

Un véhicule à fonction de conduite autonome doit en outre disposer d'un équipement technique conforme à l'article 1e, paragraphe 2 de la loi allemande sur la circulation routière. Cette disposition contient quelque dix alinéas de conditions techniques précises devant être remplies par le véhicule. L'élément central en est l'instance nouvellement créée de « superviseur technique » (« Technische Aufsicht »), qui est détaillée plus avant dans l'article 1d, paragraphe 3 de la StVG.

### Des prescriptions comportant de nombreuses lacunes

Le contenu de l'article 1e, paragraphe 2, de la StVG est rapidement expliqué. Il s'agit simplement d'une description plus précise du champ d'application des véhicules à fonction de conduite autonome. La disposition de l'article 7, paragraphe 2, du décret du 24 juin 2022 relatif à l'homologation et à l'exploitation des véhicules autonomes (AFGBV) stipule qu'il incombe au propriétaire du véhicule de définir le domaine d'exploitation. Toutefois, une telle zone d'exploitation n'a pas encore été approuvée par « l'autorité compétente selon le droit du Land », en vertu de l'article 7, paragraphe 2, phrase 2 de l'AFGBV, de sorte qu'aucune expérience pratique n'est actuellement disponible.

Les nouvelles dispositions doivent notamment s'appliquer à la circulation de navettes, faciliter la mise en œuvre de navettes sans chauffeur et autoriser la circulation sans conducteur, par exemple le stationnement de véhicules bi-mode dans le cadre d'une procédure dite « Automated Valet Parking ». Pour l'essentiel, la nouvelle loi s'applique donc au transport commercial de per-

sonnes dans le cadre des transports publics locaux de passagers. D'ailleurs, à l'heure actuelle, la conduite autonome semble (encore) totalement inadaptée à l'utilisation privée et ne pas avoir été conçue à cet effet, car les propriétaires de véhicules privés seraient nettement dépassés par les conditions techniques et les obligations imposées par l'article 13 de l'AFGBV.

Bien évidemment, toute nouvelle prescription présente toujours des lacunes ; ici, certaines de ces lacunes sont même préoccupantes du point de vue de la sécurité routière. Ainsi, on ignore encore largement comment la fonction de « superviseur technique » présentée dans l'article 1d, paragraphe 3 et définie plus avant dans l'article 1f, paragraphe 2, qui doit être assurée par une personne physique, fera ses preuves à l'avenir. La personne concernée a pour mission de surveiller en permanence la sécurité de la conduite autonome afin de pouvoir intervenir à tout moment en cas de défaillance du système. Il n'est pas clair pour l'instant pourquoi une telle personne serait en mesure de mieux réagir, de l'extérieur, qu'un superviseur se trouvant dans le véhicule avec les passagers. De plus, le véhicule étant constamment contrôlé et suivi par des applications dans le cloud et devant donc être en ligne en permanence, les cyberattaques dont il peut faire l'objet à tout moment devraient également poser des risques considérables. Les entreprises exploitant ce type de véhicules pourraient ainsi être victimes d'attaques de la part de criminels tentant de leur extorquer de l'argent.

L'article 14 de l'AFGBV détaille les conditions requises pour pouvoir exercer la fonction de superviseur technique ; en prescrivant des aptitudes personnelles et professionnelles pour lesquelles il n'existe, à l'heure actuelle, aucun groupe de candidats approprié, il décrit dans les faits un nouveau profil professionnel. Compte tenu du niveau de détail des conditions requises pour pouvoir exercer la profession, la création d'une nouvelle filière d'études ou d'une qualification professionnelle équivalente semble incontournable.

### Des conditions cadres non précisées

Enfin, en définissant, à l'article 1d, paragraphe 4, l'« état de risque minimal » d'un véhicule à fonction de conduite autonome, le législateur n'entreprend rien de moins que de tenter de résoudre la quadrature du cercle, pour employer une métaphore, dans la mesure où il tente de résoudre une situation de conduite dangereuse à l'aide de divers concepts juridiques non définis. Pour commencer, la recommandation insistante du législateur « le véhicule doit réagir de manière appropriée » reste délibérément vague, car la notion de caractère approprié, empruntée au droit constitutionnel, est aussi complexe que la vie elle-même et donne largement matière à interprétation, ce qui ne devrait guère ravir les juristes. La disposition elle-même emploie les expressions « de sa propre initiative » et « à l'initiative du superviseur technique » pour décrire deux des moments de départ possibles, parmi d'autres, pour le placement du véhicule dans un état de risque minimal.

Le processus souhaité doit être mis en œuvre de manière responsable en un « endroit aussi sûr que possible » de l'espace de circulation, ce qui, compte tenu de

la complexité de l'aménagement de l'espace routier public, pourrait être partout et nulle part, mais signifie en tout cas de facto que la vitesse du véhicule doit être ralentie jusqu'à l'arrêt complet. Les précisions concernant les modalités de la mise en œuvre, à savoir que le processus doit être exécuté « en tenant dûment compte de la situation routière » et en « veillant à la plus grande sécurité possible pour les occupants du véhicule, les autres usagers de la route et les tiers » place délibérément la barre très haut et ne sert en fin de compte qu'à couvrir juridiquement le législateur.

Il est quasiment impossible d'interpréter une nouvelle législation dans l'étendue et la profondeur technique requises si les facteurs essentiels n'ont pas été précisés concrètement. Le nouveau droit de la conduite autonome est certainement un pas dans la bonne direction et pourrait également poser des jalons en matière d'amélioration de la sécurité routière. Mais il reste à voir comment les institutions et autorités mentionnées dans la loi et l'ordonnance transposeront cette nouvelle approche dans la pratique, tandis que les constructeurs automobiles poursuivent sans relâche l'innovation technique.

### Une initiative législative qui se résume à un coup médiatique

On ignore, par exemple, comment il conviendra de valider les performances des véhicules automatisés et autonomes dans la circulation au fil des ans afin de permettre l'identification de dangers spécifiques et des améliorations nécessaires et pouvoir, si nécessaire, intervenir pour des raisons de sécurité. Il est permis de douter que l'Office fédéral allemand des véhicules à moteur (Kraftfahrtbundesamt, KBA) soit, du point de vue technique, l'institution appropriée pour assurer en continu la surveillance de la fonction de conduite autonome sur le terrain. Des organismes qui, dans le cadre de leur mission agréée par l'État, ont une expérience de plusieurs décennies du contrôle technique des véhicules seraient bien plus indiqués.

Si des défauts potentiellement critiques pour la sécurité sont détectés en temps réel dans le cadre d'un suivi qualité permanent qui doit impérativement être mis en place, il faudra que le KBA puisse, en cas de besoin, retirer immédiatement l'autorisation d'exploitation jusqu'à ce qu'il ait été prouvé que l'erreur a été corrigée par le biais d'une mise à jour matérielle ou logicielle. De plus, en l'état actuel des technologies, la mise en œuvre de la conduite autonome ne semble pas réalisable dans les centres-villes allemands en raison des interactions complexes avec les usagers de la route « analogues » tels que les piétons et les cyclistes. Les capacités de calcul insuffisantes et le fait que les capteurs des véhicules soient encore généralement conçus pour un fonctionnement par beau temps constituent pour l'instant des obstacles insurmontables. Par conséquent, j'estime que cette initiative législative se résume à un coup médiatique dont le résultat est, pour l'heure, totalement incertain, compte tenu du flou qui entoure ses conditions cadres.

## Les nouveaux défis liés à la prise de contrôle sur les commandes d'un véhicule depuis l'extérieur

» Suite de la page 73

accomplir certaines actions. De même, il faut un design universel fonctionnant via des modalités également compréhensibles par des personnes malvoyantes ou malentendantes.

### Forces et faiblesses de la reconnaissance des panneaux de signalisation

Une caractéristique importante d'un système d'information intelligent est sa capacité à reconnaître de manière fiable les panneaux de signalisation, qui repose essentiellement sur des procédés d'imagerie ou des procédés vidéo à l'heure actuelle. Une classification fiable à 100 % ne peut toutefois pas être garantie avec la méthode de reconnaissance de motifs à partir de données d'images, dans la mesure où des conditions météorologiques (neige, brouillard ou lumière du soleil aveuglante), le recouvrement par d'autres objets (une branche d'arbre, par exemple), le vandalisme ou le flou cinétique peuvent empêcher la reconnaissance de panneaux de signalisation par le système concerné. Néanmoins, des études menées avec quatre ensembles de données européens, notamment le « German Traffic Sign Recognition Benchmark », montrent que les méthodes de classification usuelles atteignent des scores de reconnaissance compris entre 95 et 98 %, ce

qui équivaut presque à la performance humaine, qui s'élève à près de 99 %.

Une étude chinoise de 2022 a examiné les effets des conditions météorologiques extrêmes sur la reconnaissance des panneaux routiers. Par temps ensoleillé, dans un paysage hivernal lumineux sans précipitation ainsi que par temps nuageux, les taux de précision et d'interrogation des algorithmes de reconnaissance étaient relativement élevés et atteignaient entre 82 et 97 % sous le soleil. Par temps pluvieux, dans le brouillard et de nuit en revanche, les taux étaient plutôt faibles : sous la pluie, selon la clarté et le contraste ainsi que le type et l'intensité de la pluie, la précision de reconnaissance des panneaux variait entre 22 et 91 %.

Les algorithmes de reconnaissance des panneaux de signalisation sont donc plus efficaces lorsque les conditions météorologiques ne sont pas extrêmes. Les chercheurs ont déjà mis au point différents systèmes pour réduire au minimum les effets de diverses sources d'erreur typiques telles que le flou cinétique ou les panneaux endommagés en proposant une combinaison de différentes méthodes. La méthode de reconstruction 3D peut par exemple identifier en temps réel des panneaux de signalisation endommagés et partiellement recouverts, car son algorithme est basé sur la reconnaissance automatique de panneaux de signalisation ver-

ticains à partir de nuages de points et d'images captés par un système de mapping. Cette méthode de reconstruction 3D permet un taux de reconnaissance global de près de 98 %.

### Commande à distance par télé-opération

L'automatisation de la circulation routière automobile et la numérisation croissante de nos espaces de vie donnent naissance à de nouvelles visions, notamment en ce qui concerne la mobilité urbaine de l'avenir. L'un des scénarios possibles est que les personnes qui vivent à la périphérie d'une métropole déposent leur voiture électrique dans des parkings à étages situés aux abords de la ville et prennent ensuite place à bord de navettes automatiques mises à leur disposition, c'est-à-dire de minibus sans chauffeur circulant dans un réseau semblable à celui d'un métropolitain. Un autre scénario transpose le concept de navette automatique sur le trafic individuel, par analogie avec les taxis ou les voitures de location. Une famille entière pourrait ainsi se rendre de manière simple et confortable à l'aéroport à bord d'un véhicule entièrement automatisé. Outre des navettes entièrement automatisées destinées au transport des personnes, divers véhicules permettant le transport entièrement automatisé de marchandises (robots livreurs et camions) font actuellement l'objet de recherches et d'essais. Dans ce cadre, la connexion de camions circulant de manière entièrement automatisée avec d'autres moyens de transport est également étudiée.

Les véhicules entièrement automatisés présentent de grandes différences en ce qui concerne leur équipement en capteurs, leur masse et leur vitesse de circulation, ainsi que les zones de circulation ciblées. Ces véhicules ne renferment gé-



À l'avenir, les navettes automatiques, sortes de minibus sans chauffeur, seront plus présentes sur nos routes.



**Michael Kadow**

Gérant de la société House of Logistics and Mobility (HOLM) GmbH

## Préparer les villes à un supplément de mobilité

**Pour rendre nos villes plus agréables à vivre à l'avenir, nous devons repenser nos modes de circulation et de transport. C'est précisément l'objectif de « Campus FreeCity » : réalisé par un consortium placé sous la responsabilité de HOLM et financé par le ministère fédéral allemand du Numérique et des Transports, ce projet étudie, à l'échelle du laboratoire, le fonctionnement d'un écosystème de mobilité et logistique basé sur des véhicules autonomes. Les huit partenaires du projet, issus du monde scientifique et de l'économie, veillent à ce que l'approche globale et durable du projet prenne en compte toutes les problématiques importantes d'ordre technique, économique, écologique et social.**

Dans le cadre du projet, nous réfléchissons en parallèle à la logistique, à la mobilité et à la robotisation afin de développer de nouvelles opportunités pour le trafic urbain. Le transport des personnes, l'acheminement des marchandises et les travaux incombant à la commune sont menés à bien par une flotte interconnectée de véhicules robotisés autonomes à structure modulaire pour permettre une utilisation polyvalente. En optimisant la planification des itinéraires et la mobilisation de la flotte, il est possible de réduire le nombre de véhicules circulant dans les villes et d'affecter l'espace consacré au stationnement à d'autres usages.

Afin que cette vision d'une ville nouvelle ne reste pas lettre morte, nous travaillons d'arrache-pied aux préparatifs de notre essai en grandeur réelle. À partir de l'automne 2023, nous testerons un grand nombre de cas d'applications tels que le transport de personnes, l'acheminement de marchandises et les travaux communaux (entretien des espaces verts et des voies de circulation, par exemple) sur le site de la Deutsche Bank à Francfort-sur-le-Main. Le laboratoire en grandeur réelle est conçu comme un modèle de centre-ville simplifié afin de permettre ensuite une extension dans le contexte urbain.

Avec « Campus FreeCity », nous poursuivons une approche consistant à préparer les villes à un supplément de mobilité et de logistique allant de pair avec une réduction du trafic, des embouteillages et des émissions. Notre objectif : des villes agréables à vivre pour une société durable et mobile.

néralement aucun moyen de les commander ou de les piloter. Il s'agit donc de véhicules à moteur sans volant, dans lesquels une intervention des passagers n'est ni prévue, ni possible. Le cadre juridique de cette évolution a d'ores et déjà été établi, du moins en Allemagne : en juillet 2021 est entrée en vigueur la « Loi sur la conduite autonome » décidée par les deux chambres du parlement (Bundestag et Bundesrat).

La loi est complétée par des dispositions d'exécution et des spécifications envisagées concernant des règles de procédures relatives à la délivrance d'autorisation d'exploitation pour les véhicules à fonction de conduite autonome, relatives à l'autorisation de zones d'exploitation définies ainsi que concernant les exigences et les règles de diligence applicables aux personnes impliquées dans l'exploitation de véhicules à fonction de conduite autonome. Ce volumineux recueil de règles doit permettre l'exploitation sûre de véhicules entièrement automatisés, y compris lorsque les dispositifs techniques de commande sont pris de court, par exemple lorsqu'un obstacle ou un chantier temporaire barrent la chaussée. Dans de tels cas, le problème devra être réglé par commande à distance dans le cadre d'une télé-opération.

Le terme « télé-opération » désigne une prise de contrôle sur les commandes du véhicule depuis l'extérieur. Dans le domaine de la conduite automatisée en particulier, les concepts de sécurisation actuels prévoient l'intervention d'un télé-opérateur (être humain) dans un environnement de travail particulier (le poste de travail du télé-opérateur ou un poste de conduite). À cet égard, une distinction est faite entre la « Remote Assistance » (assistance à distance) et la « Remote Driving » (conduite à distance). On entend par « Remote Assistance » la mise à disposition, en fonction de l'événement, de recommandations de pilotage, ou bien la validation ou le déclenchement de manœuvres (alternatives) exécutées par le véhicule. En revanche, « Remote Driving » désigne le pilotage (à distance) intégral du véhicule sur le plan de la navigation, du guidage sur la route et de la stabilisation.

### Le rôle de « superviseur technique »

Dans sa fonction de télé-opérateur, l'être humain est ainsi confronté à des tâches entièrement nouvelles, très différentes de celles qu'il a l'habitude d'accomplir lors de

la conduite manuelle d'un véhicule. En Allemagne, dans le nouveau recueil de prescriptions pour la conduite autonome, cette nouvelle activité est désignée par le terme de « Technische Aufsicht », ou superviseur technique (ST). On ignore encore, à l'heure actuelle, à quoi un poste de conduite de ST devrait ressembler. En tout état de cause, le ST doit recueillir des informations de circulation provenant de l'environnement (direct) du véhicule en fonctionnement, sachant qu'il ne dispose dans un premier temps que de dispositifs lui offrant une vision indirecte (des images de caméra sur des écrans). En raison de la transmission des données, le pilotage du véhicule s'effectuera avec un décalage dans le temps, ce qui pourra sensiblement nuire à la sensation de contrôle et à la qualité du pilotage. Dans le trafic aérien, on admet des délais totaux de 100 millisecondes au maximum pour des scénarios d'urgence requérant un pilotage précis de l'avion. Avec un délai supérieur à 240 millisecondes, le contrôle de l'avion ne peut plus être assuré. Une telle rapidité de transfert d'informations, en particulier compte tenu de la complexité attendue des données de capteurs requises, suppose une infrastructure adéquate à l'abri

des perturbations, comme par exemple des réseaux de téléphonie mobile rapides et fiables, y compris dans les zones rurales.

Afin de fournir en temps voulu au ST l'ensemble des informations requises pour assurer une commande à distance sûre, une connaissance approfondie des principes de la perception humaine et du comportement ciblé à adopter dans le cadre de la nouvelle interaction humain-machine est en outre nécessaire. Le ST ne dispose, en différé, que d'informations limitées sur l'environnement du véhicule, l'état de la circulation et le comportement des autres usagers de la route. Il y a encore un grand besoin de recherche dans ce domaine. Le ST se situant complètement en dehors du périmètre environnemental conducteur-véhicule habituel sur place, il faut s'attendre à un délai de prise de conscience situationnelle important. En effet, des études ont constaté que pour un « Remote Operator » (opérateur à distance), le délai de prise de conscience situationnelle se situait entre 29 et plus de 162 secondes, en fonction du problème posé.

Outre le problème du retard dans la prise de conscience situationnelle et de son incidence sur la capacité d'agir d'un ST, on ignore également si le législateur autorisera, voire prévoira, une surveillance et/ou une assistance simultanées de plusieurs véhicules. Par conséquent, des règles doivent être définies sur la manière dont la surveillance d'autres véhicules doit être assurée en cas de prise de contrôle sur un véhicule.

Le fait est que la compréhension et l'interprétation des conditions objectives de la conduite d'un véhicule dépend très largement de la perception actuelle, du feedback pendant la conduite, des expériences antérieures et attentes du conducteur ainsi que du contexte. Parmi les risques et conséquences potentiellement négatifs, il faut également mentionner le fait que le ST ne pourra pas ressentir les effets de ses actes, comme c'est le cas par exemple dans un jeu vidéo. Il pourra en résulter une diminution du sentiment de responsabilité, mais surtout des malentendus dus à une mauvaise appréciation de l'importance d'informations individuelles telles que la vitesse. Ce qui pourrait avoir des conséquences fatales.

*Configuration possible du poste de travail d'un « superviseur technique ».*

## La conduite autonome à l'avenir : considérations relatives à la fonction de superviseur technique

**Prof. Dr Sebastian Pannasch**

*Professeur de psychologie de l'ingénierie et de recherche cognitive appliquée, faculté de psychologie, Université technique de Dresde*



L'organisation future de la mobilité fait actuellement l'objet de débats passionnés. Dans ce domaine, le développement de la conduite autonome joue un rôle central, bien qu'un grand nombre de questions doivent encore être résolues. En 2021, le gouvernement fédéral allemand a adopté la loi sur la conduite autonome. Celle-ci stipule que les véhicules autonomes sont autorisés à circuler sur la voie publique sans qu'un conducteur ne soit présent, à condition de circuler dans des zones d'exploitation définies et préalablement approuvées. À cette occasion, le fonctionnement du véhicule autonome doit en permanence être surveillé par un superviseur technique. Sur le plan de la psychologie de l'ingénierie, les tâches du superviseur technique posent des défis intéressants, car elles touchent à des questions fondamentales de l'interaction humain-machine dans le contexte de situations complexes : la prise de décisions et l'exécution d'opérations importantes pour la sécurité dans un laps de temps très court. Dans ce contexte, des aspects tels que la perception du danger, la complexité des tâches et l'organisation de l'activité du superviseur technique du point de vue de la psychologie du travail revêtent une importance particulière.



La perception du danger nécessite d'identifier les informations pertinentes dans une situation donnée, de comprendre les difficultés actuelles et d'en déduire les possibilités d'action. Par conséquent, un superviseur technique doit être en mesure de saisir l'importance d'indices individuels afin d'appréhender une situation et d'en déduire les actions futures et les conséquences possibles. Pour y parvenir de manière fiable, il doit impérativement traiter les tâches activement. Or, le superviseur technique a plutôt un statut d'observateur passif disposant d'une sélection d'informations limitée. Sa perception du danger est donc très différente de celle d'un conducteur actif, tant du point de vue quantitatif que qualitatif et en ce qui concerne l'évolution de la situation au fil du temps. Tandis que le pilotage d'un véhicule nécessite le traitement continu des informations relatives au trafic, le superviseur technique est soudainement confronté à un problème sans avoir été impliqué dans le processus au préalable. Il s'oriente alors en fonction de paramètres relativement abstraits et doit déduire les informations et événements manquants. Par conséquent, la perception du danger du superviseur technique est sujette à erreur. Le législateur est manifestement conscient de ce problème et l'a pris en compte dans son calcul, puisqu'il exige pour le superviseur technique une assurance de responsabilité civile professionnelle dont les limites s'élèvent au double de celles d'une assurance civile automobile conventionnelle (dix millions pour les dommages corporels et deux millions pour les dommages matériels).

Pour ce qui concerne la complexité des tâches, cet aspect n'est pour l'instant pas suffisamment précisé dans la loi sur la conduite autonome. Ainsi, les tâches devant être accomplies concrètement ne sont pas clairement indiquées. Des scénarios simples possibles tels que le franchissement de feux de signalisation au rouge fixe sont mentionnés dans la loi et le législateur part du principe que les véhicules connaissent les limites de leur propre système, ce qui leur permet de se placer dans un état de risque minimal. Les li-

mites de performances des véhicules vont probablement varier grandement, si bien qu'une fiabilité parfaite ne pourra pas être atteinte, compte tenu de la complexité des tâches et des situations. En d'autres termes, ce qu'il sera possible d'automatiser sera automatisé et les tâches partielles trop complexes devront à l'avenir être effectuées par le superviseur technique. Ce paradoxe a été qualifié d'« ironie de l'automatisation » dès les années 1980. Le soulagement dû à l'automatisation conduit à des modifications de la charge mentale : une sous-mobilisation sur de longues périodes est interrompue par de brèves périodes de surcharge mentale. Ainsi, certains risques fondamentaux de la circulation routière subsistent avec la conduite autonome. La vision d'une réduction des accidents de circulation est poussée jusqu'à l'absurde, puisque les accidents de la route ne sont plus imputables à l'erreur humaine du conducteur de la voiture, mais à l'erreur humaine du concepteur du système.

L'organisation de l'activité du superviseur technique du point de vue de la psychologie du travail doit permettre un travail adapté à l'être humain. À cet effet, les quatre critères humains de faisabilité, d'absence de préjudice, d'absence de perturbation et d'épanouissement personnel doivent être satisfaits, les trois premiers étant axés sur la prévention de la santé, et donc sur la préservation des performances, et le dernier sur le développement personnel. L'organisation du travail doit être caractérisée par des activités complètes, transparentes, porteuses de sens et respectueuses de la santé offrant une grande liberté de manœuvre. Une telle organisation a une incidence directe sur la sécurité, car les activités ont une influence décisive sur la performance subjective et la motivation au travail. Les évolutions techniques et solutions mises en œuvre dans le domaine de la réalité virtuelle ou augmentée peuvent contribuer à donner au superviseur technique une image aussi complète que possible de la situation routière et lui permettre de l'appréhender plus aisément.

## Les faits en bref

- La plupart des applications touchant au domaine des « voitures connectées » dépendent fortement du bon fonctionnement de la communication et d'une bonne couverture du signal.
- Diverses études montrent que les algorithmes de reconnaissance des panneaux de signalisation sont plus efficaces lorsque les conditions météorologiques ne sont pas extrêmes.
- Compte tenu de l'interconnexion croissante des véhicules, la protection contre la cybercriminalité gagne elle aussi en importance.
- Afin de fournir en temps voulu à un superviseur technique l'ensemble des informations requises pour assurer une commande à distance sûre, une connaissance approfondie des principes de la perception humaine et du comportement à adopter dans le cadre de la nouvelle interaction humain-machine est nécessaire.
- Les systèmes requis pour une conduite entièrement automatisée ne sont pas encore en mesure de déchiffrer et d'interpréter de manière adéquate les situations routières complexes.
- L'interaction entre les usagers de la route constitue l'un des principaux défis de la conduite entièrement automatisée.

## La technologie au service de l'être humain

Comme les statistiques ne cessent de le démontrer et comme souligné à plusieurs reprises dans les chapitres précédents de ce rapport, l'être humain est responsable de plus de 90 % des accidents. C'est donc à raison que l'industrie automobile intensifie depuis plusieurs années son engagement en faveur de systèmes d'aide à la conduite capables de détecter les situations routières à risque en temps voulu, de mettre en garde contre d'éventuels dangers et d'intervenir activement si nécessaire.

Dans ce contexte, les technologies clés de la mobilité 4.0 jouent également un rôle important. Les infrastructures intelligentes, la mise en réseau des véhicules, la communication entre ces derniers (voiture à voiture) et celle entre les véhicules et les systèmes centralisés et décentralisés (voiture à infrastructure) permettent à ces technologies de contribuer à continuer de réduire le nombre de situations d'accident critiques et donc celui des accidents graves provoquant la mort ou des blessures graves. La mobilité automatisée présente en outre l'intérêt de favoriser la participation à la vie sociale des personnes porteuses d'un handicap physique ou mental, ou encore des personnes à capacités limitées en raison de leur âge.

S'agit-il donc d'une situation « gagnant-gagnant » pour tout le monde ? En fait, ces aspects ne constituent qu'un côté de la médaille. Les espoirs considérables de tirer parti d'un potentiel de sécurité inexploité suscités par la technologie et l'évolution numérique vont de pair avec des craintes quant à leurs risques potentiels. À cet égard, il est important de prendre en compte l'ensemble du système de mobilité et sa dynamique d'interactions réciproques, et surtout la modification du rôle du conducteur dans le système humain-machine.

Il faut également garder à l'esprit que pour l'instant, aucun système technique n'est aussi habile que l'être humain à appréhender la situation environnante et à en tirer les bonnes conclusions. L'exemple classique d'un ballon qui roule sur la chaussée illustre cette idée de manière particulièrement probante. Les systèmes du véhicule détectent le ballon et calculent qu'il ne se trouvera plus sur la chaussée au moment où le véhicule arrivera à sa hauteur. En revanche, un être humain au volant sait qu'un enfant se trouvera bientôt à l'endroit où se trouvait le ballon. De même, la communication entre les usagers de la route fonctionne tout simplement mieux d'être humain à être humain. Ainsi, une dame âgée se tenant à un passage pour piétons qui ferait signe en souriant à un véhicule de passer agiterait la main en vain devant un véhicule hautement automatisé.

Par ailleurs, tous les progrès techniques dans le domaine automobile ne doivent pas faire oublier que l'acceptation et le respect des règles du code de la route par tous les types d'usagers de la route constituent des facteurs de sécurité primordiaux. La participation à la circulation routière exige de faire preuve à tout moment de prudence et de considération. Soulignons enfin que c'est l'être humain qui, par son comportement, apporte la contribution la plus importante à la sécurité sur les routes.

## Les revendications de DEKRA

### Le facteur humain

- Pour garantir l'utilité des systèmes d'aide à la conduite, les automobilistes doivent être mieux informés de leurs domaines d'application respectifs, des limites du système et de l'utilisation des fonctions. Ces informations ne doivent pas seulement être accessibles au propriétaire initial d'un véhicule, mais aussi au deuxième ou au troisième propriétaire.
- L'approche d'une assistance collaborative, dans laquelle la technique assiste l'être humain et compense ses faiblesses, devrait être prioritaire par rapport à des solutions très technologiques, où l'être humain n'interviendrait plus que pour résoudre les problèmes.
- Chaque conducteur doit être conscient du fait que la responsabilité du véhicule et de la conduite lui incombe, quel que soit le nombre de systèmes d'aide à la conduite qu'il utilise ou les promesses publicitaires de certains constructeurs automobiles.
- Un poste de conduite agencé de manière efficace et ergonomique doit afficher les informations pertinentes en fonction de la situation en temps voulu et de façon clairement compréhensible.
- Lors de la conception de mannequins de crash-test et de leur implémentation dans les prescriptions, les différences liées au sexe, à la taille, au poids et à sa répartition, à l'âge et à la posture doivent être prises en compte de manière adéquate.
- Dans le cadre des études concernant la sécurité dans la circulation des fonctions de conduite automatisée, il faut davantage prendre en compte le fait que dans de nombreuses situations, en particulier dans des conditions météorologiques difficiles, l'être humain continue de rouler « sans erreur », tandis que les systèmes techniques sont susceptibles de « déclencher forfait » pour un simple problème de capteurs encrassés.
- Les prestataires d'autopartage, de trottinettes de location, etc. devraient concevoir leur offre de manière à ce que la durée d'utilisation ne constitue pas le critère de coût principal. Les utilisateurs pourraient alors consacrer suffisamment de temps à se familiariser avec l'équipement et la manipulation du véhicule avant de démarrer. Pendant le trajet également, une approche de type « le temps, c'est de l'argent » est contreproductive pour la sécurité routière.
- Les concepts prévoyant que des véhicules entièrement automatisés soient surveillés depuis un poste de contrôle et que le personnel (superviseur technique) puisse prendre la main à distance sur les véhicules dans certaines situations posent des exigences élevées à l'égard du personnel. Par conséquent, le profil de mission doit être analysé afin d'en déduire les qualifications requises ainsi que les mesures de formation et de soutien requises.



## La technologie



- Le potentiel restant de prévention des accidents de la route ou d'atténuation de leurs conséquences offert par les systèmes actuels de sécurité active et passive doit lui aussi être systématiquement exploité. L'automatisation n'est pas un remède rapide à tous les maux.
- Le bon fonctionnement des éléments mécaniques et électroniques de sécurité des véhicules doit être garanti pendant toute la durée de vie du véhicule et systématiquement vérifié dans le cadre du contrôle technique. Les informations requises à cet effet doivent être mises à disposition.
- Les systèmes hautement automatisés équipant les véhicules doivent être en mesure de déchiffrer et d'interpréter correctement les situations routières complexes, notamment les interactions avec les autres usagers de la route (cyclistes, piétons, enfants, etc.). À l'avenir, les recherches devront donc également se concentrer sur la communication entre les usagers de la route.
- Il convient d'indiquer clairement à l'utilisateur au volant du véhicule quand un système prend la main sur la conduite et quand il restitue le contrôle au conducteur.
- Une standardisation, tous constructeurs confondus, de l'agencement, de la manipulation et du lieu de montage dans le poste de conduite des fonctions de commande importantes pour la sécurité est requise de toute urgence. Ces fonctions doivent pouvoir être réglées facilement à l'aide d'éléments de commande traditionnels à retour haptique, notamment en prévision d'une éventuelle défaillance de l'écran tactile.
- En ce qui concerne l'étendue des fonctions de commande disponibles pour la sécurité et le confort, les grands écrans modernes devraient faire la distinction entre le mode de la conduite assistée (niveau 2) et le mode de la conduite automatisée (niveau 3).
- Étant donné que dans un véhicule automatisé, les activités non liées à la conduite présentent un potentiel de risque élevé en cas de nécessité de reprendre la main sur le véhicule, le transfert de contrôle doit être facilité par des solutions de conception claires et uniformes, des temps de transfert du contrôle adéquats, des invitations à reprendre le contrôle émises suffisamment tôt et d'autres mécanismes d'avertissement (activation des rétracteurs de ceinture, par exemple). Les invitations à reprendre le contrôle émises par le véhicule doivent être enregistrées ou documentées de manière adéquate.
- Afin de continuer à offrir la meilleure protection possible aux occupants, de plus amples recherches doivent être menées sur les mécanismes de blessure changeants dus aux nouveaux concepts d'agencement des sièges susceptibles d'être mis en place dans les véhicules hautement automatisés.

## L'infrastructure et la réglementation

- Les exigences minimales concernant les zones d'exploitation de véhicules automatisés définies par les constructeurs doivent être clairement réglementées. Pour ce faire, il est nécessaire de préciser des paramètres tels que la vitesse, la catégorie de voie et les conditions météorologiques.
- Pour pouvoir répondre aux besoins de la mobilité future en mettant en place des infrastructures axées sur la sécurité et les utilisateurs, il faut également prendre en compte le chiffre noir des accidents de cyclistes ou de piétons sans tiers impliqué ainsi que les endroits où ces accidents se sont produits.
- Il faut repenser fondamentalement le système des statistiques des accidents de la route, qui reposent bien souvent exclusivement sur les accidents déclarés à la police. Il est possible de consulter également les statistiques des assurances et des caisses d'assurance maladie. En outre, les critères et méthodes de collecte devraient être régulièrement adaptés aux exigences actuelles et aux possibilités techniques.
- En matière de statistiques d'accidents, il faudrait utiliser des définitions harmonisées correspondant, si possible, aux normes internationales.
- Aux fins de la Vision Zero, il convient de rechercher activement les endroits à fort risque d'accident en vue de les désamorcer le plus rapidement possible à l'aide de mesures de construction et/ou de gestion du trafic transparentes. Ce faisant, les exigences des systèmes d'aide à la conduite modernes doivent être prises en compte.



# Des questions ?

## Vos interlocuteurs chez DEKRA

### Contrôles des véhicules

Florian von Glasner  
Tél. : +49.711.78 61-23 28  
florian.von.glasner@dekra.com

DEKRA SE  
Handwerkstrasse 15  
D-70565 Stuttgart

### Accidentologie

Markus Egelhaaf  
Tél. : +49.711.78 61-26 10  
markus.egelhaaf@dekra.com

Andreas Schäuble  
Tél. : +49.711.78 61-25 39  
andreas.schaeuble@dekra.com

Luigi Ancona  
Tél. : +49.711.78 61-23 55  
luigi.ancona@dekra.com

DEKRA Automobil GmbH  
Handwerkstrasse 15  
D-70565 Stuttgart

### Expertises analytiques des accidents

Michael Krieg  
Tél. : +49.711.78 61-23 19  
michael.krieg@dekra.com

DEKRA Automobil GmbH  
Handwerkstrasse 15  
D-70565 Stuttgart

### Principes/processus

André Skupin  
Tél. : +49.357 54.73 44-257  
andre.skupin@dekra.com

Hans-Peter David  
Tél. : +49.357 54.73 44-0  
hans-peter.david@dekra.com

DEKRA Automobil GmbH  
Dürster Strasse 30  
D-01998 Klettwitz

### Psychologie de la circulation

Dr Thomas Wagner  
Tél. : +49.357 54.73 44-230  
thomas.wagner@dekra.com

DEKRA e.V. Dresden  
Dürster Strasse 30  
D-01998 Klettwitz

### Instances internationales

Walter Niewöhner  
Tél. : +49.711.78 61-26 08  
walter.niewoehner@dekra.com

DEKRA e.V.  
Handwerkstrasse 15  
D-70565 Stuttgart

### Communication d'entreprise

Wolfgang Sigloch  
Tél. : +49.711.78 61-23 86  
wolfgang.sigloch@dekra.com

DEKRA e.V.  
Handwerkstrasse 15  
D-70565 Stuttgart

## Nos prestations pour plus de sécurité

### Contrôles des véhicules



### Règlement des sinistres et expertises



### Solutions numériques et produits



### Essais industriels



### Conseil et formation



### Audits



### Travail temporaire



## MENTIONS LÉGALES – Rapport DEKRA sur la sécurité routière 2023 « La technique et l'humain »

### Éditeur :

DEKRA Automobil GmbH  
Handwerkstrasse 15  
D-70565 Stuttgart  
Tél. +49.7 11.78 61-0  
Fax +49.7 11.78 61-22 40  
www.dekra.com  
Juin 2023

### Responsable

pour l'éditeur :  
Uta Leitner

### Chef de projet :

Wolfgang Sigloch

### Rédaction :

Matthias Gaul,  
Annika Zuske (chef d'édition)

### Maquette :

Florence Frieser  
Frank Haug  
Oswin Zebrowski

### Réalisation :

EuroTransportMedia  
Verlags- und Veranstaltungs-  
GmbH, Corporate Publishing  
Handwerkstraße 15,  
D-70565 Stuttgart  
www.etm.de

### Direction ETMcp :

Andreas Techel

### Gérants :

Bert Brandenburg  
Oliver Trost

### Crédits photos :

5GAA 71; Antonio Avenoso 9; Karl-Heinz Augustin 10, 12; Automóvel Club de Portugal 43; Wolfgang Bellwinkel 11, Alexander Berg 8; Hanno Boblenz 7; BMW 10; Brandenburg State Institute of Forensic Medicine (BLR) 23; Markus Caspers 63; Censis 72; Mark Chung 15; Daimler 7, 8, 9, 12; DEKRA 50, 56, 61, 76; DEKRA/Thomas Küppers 3, 38, 62 (2), 64, 66 (2); German Patent and Trade Mark Office 7; Press and Information Office of the Federal Government of Germany/Jesco Denzel 4, European Commission 7; Alexander Fischer 9; HOLM 77; Honda 10; KBA 12; KFV/APA: Juhasz 59; Hubert P. Klotzeck | Bildfläche 35; Juan Carlos Ayago Merchan 37; Robert Michalk 74; Sebastian Pannasch 78; Privat 21, 47, 54, 69; Dorian Prost 16; Rodrigo Reyes - Audiovisual Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones 53; skrbdr 40; Vay 78; Getty Images/iStockphoto: anyaberkt 44, Bereško 5, 14, Boyloslo 18, Chesky\_W 55, dragana991 34, 80 felixmizionnikov 17, frankreporter 36, francic00 24, hiphotos35 52, 81, LeoPatrizi 22, metamorworks 5, 46, 68, 70, 81, nantonov 48, ollo 73, ricochet64 41, simonkr 42, Tramino 41; Michelin 7; Museum Kopenhagen 6; Volvo 7; Wikipedia/AlfanBeem 6; Archiv 6, 9.

## Références bibliographiques

- ADAC e.V. (2022). Bedienkonzept: Ablenkungs- und Gefahrenpotenzial in der Fahrzeugbedienung. München.
- Ahmad, B. I., Langdon, P.M., Godsell, S. J., Hardy, R., Skrypchuk, L., & Donkor, R. (2015). Touchscreen usability and input performance in vehicles under different road conditions: an evaluative study. In Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI, 15), 47-54. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA.
- Bainbridge, L. (1983). Ironies of automation. *Automatica*, 19(6), 775-779.
- Becker, F., & Axhausen, K. W. (2017). Literature review on surveys investigating the acceptance of automated vehicles. *Transportation*, 44(6), 1293-1306.
- Bengler, K., Rettenmaier, M., Fritz, N., & Feierle, A. (2020). From HMI to HMIs: Towards an HMI Framework for Automated Driving. *Information*, 11(2), 61.
- Biondi, F., Rossi, R., Gastaldi, M., & Mulatti, C. (2014). Beeping ADAS: Reflexive effect on drivers' behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 25, 27-33.
- Boggs, A. M., Arvin, R., & Khattak, A. J. (2020). Exploring the who, what, when, where, and why of automated vehicle disengagements. *Accident Analysis & Prevention*, 136, 105406.
- Carney, C., Harland, K. K., & McGehee, D. V. (2018). Examining teen driver crashes and the prevalence of distraction: Recent trends, 2007-2015. *Journal of Safety Research*, 64, 21-27.
- Cassarino, M., & Murphy, G. (2018). Reducing young drivers' crash risk: Are we there yet? An ecological systems-based review of the last decade of research. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 56, 54-73.
- Choi, H. S., Lee, M., & Lee, H. (2019). Two Faces of Car Sharing: An Exploration on the Effect of Car Sharing on Car Accident. 25. Americas Conference on Information Systems, Cancun.
- Dey, D., Habibovic, A., Lücken, A., Wintersberger, P., Pfleging, B., Riemer, A. et al. (2020). Taming the eHMI jungle: A classification taxonomy to guide, compare, and assess the design principles of automated vehicles' external human-machine interfaces. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7, 1-24.
- Dix, A., Helmert, J.R., Wagner, T., & Pannasch, S. (2021). Autonom und unfallfrei - Betrachtungen zur Rolle der Technischen Aufsicht im Kontext des autonomen Fahrens. *Journal / Psychologie des Alltagshandelns / Psychology of Everyday Activity*, Vol. 14 / No. 2, ISSN 1998-9970, 5-18.
- Dixit, V. & Rashidi, T. H. (2014). Modelling crash propensity of carshare members. *Accident analysis and prevention*, 70, 140-147.
- Donges, E. (2015). Fahrerhaltensmodelle. In: Winner, H.; Hakuli, S.; Lotz, F.; Singer, C. (Eds.), *Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort* (pp. 17-26). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Fastenmeier, W., Schlag, B., Kubitzki, J., Risser, R., & Gestalter, H. (2016). Hochautomatisiertes oder autonomes Fahren als wünschenswerte Zukunftsvision? Offene Fragen mit Blick auf die Mensch-Maschine-Interaktion. Positionspapier 03/2016 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrspsychologie e.V. Berlin: DGVP.
- Fastenmeier, W., & Risser, R. (2020). Ergonomische Ansätze der Verkehrspsychologie - Verkehrspsychologische Grundlagen für die menschengerechte Verkehrsraum- und Fahrzeuggestaltung. Positionspapier 08/2020 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrspsychologie e.V. Berlin: DGVP.
- Fastenmeier, W. (2021). Die schöne neue Welt des automatisierten und autonomen Fahrens - der Mensch als Störfaktor? In Fastenmeier, W., Ewert, U., Kubitzki, J., & Gestalter, H. *Die kleine Psychologie des Straßenverkehrs - Mythen, Vorurteile, Fakten*. Bern: Hogrefe, 7-29.
- Fu, M.-Y., & Huang, Y.-S. (2010). A survey of traffic sign recognition. 2010 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, 119-124.
- George, A. M., Brown, P. M., Scholz, B., Scott-Parker, B., & Rickwood, D. (2018). „I need to skip a song because it sucks”: Exploring mobile phone use while driving among young adults. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 58, 382-391.
- Gershon, P., Sita, K. R., Zhu, C., Ehsani, J. P., Klauer, S. G., Dingus, T. A. et al. (2019). Distracted Driving, Visual Inattention, and Crash Risk Among Teenage Drivers. *American Journal of Preventive Medicine*, 56(4), 494-500.
- Gershon, P., Zhu, C., Klauer, S. G., Dingus, T., & Simons-Morton, B. (2017). Teens' distracted driving behavior: Prevalence and predictors. *Journal of Safety Research*, 63, 157-161.
- Gold, C., Damböck, D., Lorenz, L., & Bengler, K. (2013). „Take over!” How long does it take to get the driver back into the loop? Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 57(1), 1938-1942.
- Graichen, L., Graichen, M., & Krems, J. F. (2019). Evaluation of Gesture-Based In-Vehicle Interaction: User Experience and the Potential to Reduce Driver Distraction. *Human Factors*, 61(5), 774-792.
- Gruber, C. J., & Sammer, G. (2019). Erwartungen, verkehrspolitische Auswirkungen und Handlungsbedarf für automatisierte Fahrzeuge und Mobilitätsdienste. *Straßenverkehrstechnik Themenheft Automatisierte Mobilität*, 245-254.
- Guo, X. & Zhang, Y. (2022). Maturity in Automated Driving on Public Roads: A Review of the Six-Year Autonomous Vehicle Tester Program. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*.
- Hayashi, Y., Foreman, A. M., Friedel, J. E. & Wirth, O. (2018). Executive function and dangerous driving behaviors in young drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 52, 51-61.
- Hasenjäger, M., & Wersing, H. (2017). Personalization in Advanced Driver Assistance Systems and Autonomous Vehicles: A Review. 2017 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), 1-7.
- Hungund, A. P., Pai, G. & Pradhan, A. K. (2021). Systematic Review of Research on Driver Distraction in the Context of Advanced Driver Assistance Systems. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2675(9), 756-765.
- Jannusch, T., Shannon, D., Völler, M., Murphy, F. & Mullins, M. (2021). Smartphone Use While Driving: An Investigation of Young Novice Driver (YND) Behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 77, 209-220.
- Jung, S., Park, J., Park, J., Choe, M., Kim, T., Choi, M., & Lee, S. (2021). Effect of Touch Button Interface on In-Vehicle Information Systems Usability. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 37(15), 1404-1422.
- Khan, A. B., Agrawal, R., Jain, S. S. & Choudhary, A. (2021). Review of distracted driving in young drivers: strategies for management of behavioural patterns. *International Journal of Crashworthiness*, 35(4), 1-13.
- Khattak, Z. H., Fontaine, M. D. & Smith, B. L. (2021). Exploratory Investigation of Disengagements and Crashes in Autonomous Vehicles Under Mixed Traffic: An Endogenous Switching Regime Framework. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(12), 7485-7495.
- Kidd, D. G., Cicchino, J. B., Reagan, I. J., & Kerfoot, L. B. (2017). Driver trust in five driver assistance technologies following real-world use in four production vehicles. *Traffic Injury Prevention*, 18, 44-50.
- Kita, E. & Luria, G. (2018). The mediating role of smartphone addiction on the relationship between personality and young drivers' smartphone use while driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 59, 203-211.
- Landou, K. (2002). Usability criteria for intelligent driver assistance systems. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3(4), 330-345.
- Lee, Y. M., Madigan, R., Giles, O., Garach-Morcillo, L., Markkula, G., Fox, C. et al. (2021). Road users rarely use explicit communication when interacting in today's traffic: implications for automated vehicles. *Cognition, Technology & Work*, 23, 367-380.
- Li, R., Chen, Y. V., Sha, C., & Lu, Z. (2017). Effects of interface layout on the usability of In-Vehicle Information Systems and driving safety. *Displays*, 49, 124-132.
- Luo, H., Yang, Y., Tong, B., Wu, F., & Fan, B. (2018). Traffic Sign Recognition Using a Multi-Task Convolutional Neural Network. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 19(4), 1100-1111.
- Lyon, C., Mayhew, D., Granié, M.-A., Robertson, R., Vanlaar, W., Woods-Fry, H. et al. (2020). Age and road safety performance: Focusing on elderly and young drivers. *ATSS Research*, 44(3), 212-219.
- Mayer, E., Södl-Niederrecker, V., Trommer, M., Soteropoulos, A., Zuser, W., Schneider, F., Robatsch, K. & Berger, M. (2021). Carsharing-Nutzungsverhalten und Verkehrssicherheit. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 67(3), 147-157.
- Mathias, M., Timofte, R., Benenson, R., & Van Gool, L. (2013). Traffic sign recognition—How far are we from the solution? The 2013 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 1-8.
- Müller, K., Reimann, C. & Wagner, T. (2018). Automatisiertes Fahren - Neue Anforderungen an die Kraftfahrzeug-Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 3/2018, 228-238.
- Mutzenich, C., Durant, S., Helman, S., & Dalton, P. (2021). Updating our understanding of situation awareness in relation to remote operators of autonomous vehicles. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 6(1), 9.
- Parr, M. N., Ross, L. A., McManus, B., Bishop, H. J., Wittig, S. M. O. & Stavrinos, D. (2016). Differential impact of personality traits on distracted driving behaviors in teens and older adults. *Accident: analysis and prevention*, 92, 107-112.
- Patel, S., Liu, Y., Zhao, R., Liu, X., & Li, Y. (2022). Inspection of In-Vehicle Touchscreen Infotainment Display for Different Screen Locations, Menu Types, and Positions. In: Krömker, H. (Eds.), *HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems. HCII 2022 Lecture Notes in Computer Science*, 13335. Springer, Cham.
- Pei, S., Tang, F., Ji, Y., Fan, J., & Ning, Z. (2018). Localized Traffic Sign Detection with Multi-scale Deconvolution Networks. 2018 IEEE 42nd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 01, 355-360.
- Pitts, M. J., Skrypchuk, L., Attridge, A., & Williams, M.A. (2014). Comparing the User Experience of Touchscreen Technologies in an Automotive Application. In Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI, 14), 1-3. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA.
- PrognosAG. (2018). Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte - Auswirkungen auf Bestand und Sicherheit. Forschungsbericht erstellt im Auftrag des ADAC e. V. München.
- Rahman, M. M., Strawderman, L., Lesch, M. F., Horrey, W. J., Babski-Reeves, K., & Garrison, T. (2018). Modelling driver acceptance of driver support systems. *Accident Analysis & Prevention*, 121, 134-147.
- Rahman, M.M., Deb, S., Carruth, D., & Strawderman, L. (2020). Using Technology Acceptance Model to Explain Driver Acceptance of Advanced Driver Assistance Systems. In: N. Stanton (Eds.), *Advances in Human Factors of Transportation*, (44-56). AHFE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, 964. Springer, Cham.
- Schlag, B. & Rößger, L. (2019). Carsharing - Motive und Intentionen. *Report Psychologie* 45, 02/2019, 10-21.
- Sinha, A., Vu, V., Chand, S., Wijayarathna, K. & Dixit, V. (2021). A Crash Injury Model Involving Autonomous Vehicle: Investigating of Crash and Disengagement Reports. *Sustainability*, 13(14), 7938.
- Soilán, M., Riveiro, B., Martínez-Sánchez, J., & Arias, P. (2016). Traffic sign detection in MLS acquired point clouds for geometric and image-based semantic inventory. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 114, 92-101.
- Ulrich, L., Nonis, F., Vezzetti, E., Maos, S., Caruso, G., Shi, Y., & Marcolin, F. (2021). Can ADAS Distract Driver's Attention? An RGB-D Camera and Deep Learning-Based Analysis. *Applied Sciences*, 11(24).
- Vogelpohl, T., Vollrath, M., Kühn, M., Hummel, T., Gehlert, T. (2016). Übergabe von hochautomatisiertem Fahren zu manueller Steuerung (Forschungsbericht Nr. 39). Berlin, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.
- Wali, S., Hannon, M. A., Hussain, A., & Samad, S. A. (2015). Comparative Survey on Traffic Sign Detection and Recognition: A Review. *PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY*, 11(2), 40-44.
- Wilde, G. J. S. (1982) The theory of risk homeostasis: implications for safety and health. *Risk Analysis*, 2(4), 209-225.
- Winner, H., Hakuli, S., & Wolf, G. (Hrsg.) (2009). *Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort*; mit 45 Tabellen (1.). Vieweg+Teubner.
- Yu, B.-M., & Roh, S.-Z. (2002). The effects of menu design on information-seeking performance and user's attitude on the World Wide Web. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 53(11), 923-933.
- Zhang, B., de Winter, J., Varotto, S., Happee, R., & Martens, M. (2019). Determinants of take-over time from automated driving: A meta-analysis of 129 studies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 64, 285-307.
- Zhang, J., Zou, X., Kuang, L.-D., Wang, J., Sherratt, R. S., & Yu, X. (2022). CCTSDB 2021: A More Comprehensive Traffic Sign Detection Benchmark. *Human-Centric Computing and Information S.*
- Zhang, Y., Yang, X. J., & Zhou, F. (2022). Disengagement Cause-and-Effect Relationships Extraction Using an NLP Pipeline. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*.



DEKRA  
Handwerkstrasse 15  
D-70565 Stuttgart  
Allemagne  
Téléphone +49.711.7861-0  
Télécopie +49.711.7861-2240  
dekra.com