

Systèmes d'aide à la conduite

Auteurs : Alexis MARIE, David MARCHÈS, Luca BANKOFSKI, Martial BROSTIN, Theo HELLER, Thomas MABILLE

1 INTRODUCTION

Les *advanced driver-assistance systems* (ADAS) traduit en français par « systèmes d'aide à la conduite » ou encore « systèmes avancés d'aide à la conduite » sont des systèmes de sécurité active d'information ou d'assistance du conducteur répondant à différents objectifs :

- éviter l'apparition d'une situation dangereuse risquant d'aboutir à un accident ;
- libérer le conducteur d'un certain nombre de tâches qui pourraient atténuer sa vigilance ;
- assister le conducteur dans sa perception de l'environnement (détecteurs de dépassement, de risque de gel, de piéton, etc.) ;
- permettre au véhicule de percevoir le risque et de réagir de manière anticipée par rapport aux réflexes du conducteur [1].

L'étude FLAM de 2015 menée par le Cerema [2] met en évidence les différents facteurs responsables des accidents en France. On trouve tout d'abord le facteur humain (vitesse excessive, distraction au volant, conduite sous l'influence de l'alcool, ...) représentant 80%. Ensuite vient le facteur lié à l'infrastructure (état des routes, signalisation inadéquate, intersections dangereuses, ...) à 21%. Puis le facteur lié au véhicule (défaillances mécaniques, pneus usés, systèmes de sécurité défectueux, ...) à 14% et enfin le facteur lié aux conditions de circulation (conditions météorologiques, densité du trafic, ...) à 12%.

Dans ce contexte, les ADAS sont identifiées comme pouvant réduire le nombre de morts

sur les routes et permettre d'atteindre l'objectif fixé par l'OMS [3] et l'assemblée générale des Nations unies ; à savoir diviser par deux le nombre de tués sur les routes d'ici 2030. L'UE va plus loin en se fixant un objectif de zéro tué d'ici 2050.

Mots clés : ADAS, Règlementation (UE) 2019/2144.

2 HISTOIRE

Les ADAS tels que nous les connaissons aujourd'hui sont apparus il y a plus de 50 ans. Voici un historique rapide des dates importantes :

1969 : premier système antiblocage contrôlé électroniquement présenté au salon de l'automobile de Francfort ;

1971 : en France, une commission est formée pour s'intéresser à la sécurité des véhicules et aux aides à la conduite [4] ;

1985 : la Ford Scorpio devient la première voiture équipée de l'ABS en série ;

1986 : dans le domaine de la sécurité routière, des appels d'offres sont lancés pour des « aides électroniques à la conduite » ;

2004 : l'ABS devient obligatoire sur toutes les voitures neuves de série dans l'UE ;

2014 : l'ESP devient obligatoire sur toutes les voitures neuves de série dans l'UE ;

2016 : l'expression « système d'aide à la conduite » est recommandée officiellement

par la Commission d'enrichissement de la langue française ;

2018 : l'UE identifie les ADAS comme une solution pour réduire la mortalité sur la route et atteindre l'objectif fixé par l'OMS [3]

2019 : la réglementation (UE) 2019/2144 oblige l'ensemble des nouveaux véhicules à partir de 2022 et l'ensemble des nouveaux véhicules homologués à partir de 2024 en UE à être équipés d'un certain nombre d'ADAS [5].

3 CLASSIFICATION DES NIVEAUX

La grande variété d'ADAS rend d'autant plus nécessaire la mise en place d'une classification. Dans un premier temps, cela contribue à normaliser les technologies et les terminologies. Cela facilite également la définition de normes et réglementations. Enfin, cela permet de clarifier la communication, que ce soit entre professionnels ou auprès du grand public.

En mai 2021, la *Society of Automotive Engineers* (SAE) et l'*International Organization for Standardization* (ISO) publient conjointement une mise à jour du document appelé *SAE J3016 Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems* [6]. Dans ce document, la SAE définit six niveaux d'automatisation comme suit :

- Niveau 0 : absence totale d'aide, le conducteur est responsable de l'ensemble des tâches de conduite ;
- Niveau 1 : assistance à la conduite, le véhicule peut prendre en charge une fonction de la conduite comme le contrôle de la direction ou de l'accélération. Le conducteur doit rester vigilant et intervenir si nécessaire ;
- Niveau 2 : automatisation partielle, le véhicule peut gérer simultanément la direction, l'accélération et la

décélération, mais le conducteur doit toujours surveiller l'environnement et être prêt à reprendre le contrôle ;

- Niveau 3 : automatisation conditionnelle, le véhicule peut gérer la conduite dans certaines conditions, mais le conducteur doit être prêt à reprendre le contrôle lorsque nécessaire ;
- Niveau 4 : automatisation élevée, le véhicule peut fonctionner de manière autonome dans des conditions spécifiques sans intervention du conducteur, mais il peut nécessiter l'intervention du conducteur dans des situations inhabituelles ;
- Niveau 5 : automatisation totale, le véhicule est totalement autonome, sans besoin d'intervention humaine.

Il existe diverses classifications mais la présence de l'ISO a permis de toucher une audience internationale et sert maintenant de référence.

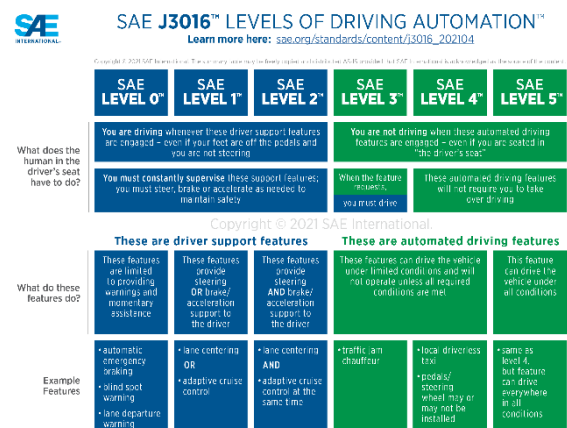


Figure 1 - Niveaux d'automatisation de la conduite selon la SAE.

Actuellement, l'Autopilot de Tesla intègre les fonctionnalités de maintien dans la voie et de freinage et d'accélération automatique. De ce fait, l'Autopilot correspond à un Niveau 2. Les véhicules sont équipés de caméras qui offrent une visibilité à 360° et disposent d'un outil de traitement d'image appelé Tesla Vision.

Audi prévoyait en 2017 d'équiper son dernier modèle A8 du système « Traffic Jam Pilot » qui

lui aurait permis d'être le premier véhicule au monde à atteindre le Niveau 3. Cependant, faute de régulation, elle n'a pas pu obtenir l'homologation.

En décembre 2021, Mercedes-Benz a obtenu une homologation internationale pour son système de conduite autonome conditionnelle de Niveau 3. Ce système, appelé DRIVE PILOT, est le tout premier au monde à atteindre ce niveau de certification. Il est disponible en option sur les modèles Classe S et EQS en Allemagne depuis le 17 mai 2022. Le DRIVE PILOT permet une conduite autonome conditionnelle, contrôlant la vitesse, la distance et maintenant le véhicule dans sa propre voie, sous certaines conditions et sur des sections d'autoroute appropriées en Allemagne, jusqu'à 60 km/h. De plus, le constructeur va plus loin avec la pré-installation de INTELLIGENT PARK PILOT pour la future aide au stationnement sans conducteur, entièrement automatisé pour le Niveau 4 [7].

4 ADAS

ABS

L'ABS, pour *Anti-Blocking System*, est un système de freinage antiblocage qui empêche les roues de se bloquer lors de freinages brusques et soudains. Lorsque la pédale de frein est pressée, l'ABS surveille la vitesse de chaque roue. Si une roue commence à se bloquer, l'ABS relâche la pression de freinage sur cette roue spécifique, permettant ainsi au conducteur de garder le contrôle du véhicule. La directive 2003/102/CE [7] du Parlement européen oblige l'ensemble des véhicules neufs vendus à partir de 2004 au sein de l'UE à être équipés d'un système ABS.



Figure 2 - Voyant de l'ABS.

ESP

L'ESP, pour *Electronic Stability Program*, appelé correcteur automatique de trajectoire en français, est un équipement de sécurité d'antidérapage destiné à améliorer le contrôle de trajectoire d'un véhicule. Il est constitué d'un capteur d'angle volant qui permet de déterminer la trajectoire souhaitée par le conducteur. Ces informations sont comparées aux données d'accéléromètres et du capteur de vitesse de lacet qui fournissent la trajectoire réelle du véhicule. Si une différence est détectée, c'est-à-dire s'il y a une perte du contrôle de trajectoire, l'ESP actionne indépendamment les freins des roues et ajuste le couple moteur afin de rétablir la stabilité du véhicule. L'UE rend cet ADAS obligatoire sur l'ensemble des véhicules neufs depuis 2014.



Figure 3 - Voyant de l'ESP.

ACC

L'ACC, pour *Adaptive Cruise Control*, également appelé régulateur de vitesse adaptatif, est un système qui ajuste automatiquement la vitesse du véhicule afin de conserver une distance de sécurité avec les autres véhicules qui le précède afin de réduire le risque d'accident. Il utilise des capteurs pour détecter les véhicules devant vous. Cela lui permet de mesurer la distance entre le véhicule et celui devant. Si la distance diminue, l'ACC réduit automatiquement la vitesse pour maintenir

une distance de sécurité. Si la voie est dégagée, l'ACC accélère jusqu'à la vitesse définie par le conducteur. En plus de renforcer la sécurité, l'ACC apporte un confort au conducteur en lui évitant de devoir toucher sans cesse aux pédales dans une circulation dense par exemple.



Figure 4 - Bouton de contrôle de l'ACC sur une manette de commande.

Cette aide est réservée aux routes sans piétons.

AFU

L'AFU, pour Assistance au Freinage d'Urgence, est un système d'assistance au freinage. Lorsqu'il détecte un relâchement soudain de l'accélérateur suivi d'une pression rapide sur la pédale de frein, il interprète cela comme un signe d'urgence. Il va alors augmenter la pression dans le circuit de freinage. Cela permet d'optimiser la décélération du véhicule et d'assurer un freinage plus efficace. Son rôle est de compenser la tendance naturelle du conducteur à ne pas appuyer suffisamment fort sur la pédale de frein, même en cas d'urgence. De plus, l'activation de l'AFU permet d'assurer le bon fonctionnement de l'ABS. Cet ADAS présent dans le règlement CEE-ONU 139 est rendu applicable dans l'UE pour certaines catégories de véhicules (M1 et N1) par le règlement (UE) 2019/2144. Cette aide est souvent confondue avec le freinage automatique d'urgence.

AEB

L'AEB, pour *Automatic Emergency Braking*, ou freinage d'urgence automatique est un système qui permet à un véhicule de freiner automatiquement lorsqu'il détecte une collision imminente. L'AEB utilise des capteurs pour analyser l'environnement à l'avant voire l'arrière du véhicule. Lorsqu'il détecte une possible situation dangereuse, il commence par avertir le conducteur puis, si ce dernier ne réagit pas suffisamment rapidement, le système actionne seul le système de freinage. C'est une aide qui est rendue obligatoire en UE par le règlement (UE) 2019/2144.

LKA

Le LKA, pour *Line Keeping Assist*, ou système d'aide au maintien dans la voie, est un système qui vise à maintenir un véhicule dans sa voie si celle-ci est équipée de ligne de démarcation. Il fonctionne à l'aide d'une caméra qui détecte le marquage sur la route. Si le système détecte que le véhicule commence à dévier de sa voie, il avertit le conducteur. De plus, si ce dernier ne réagit pas et que le véhicule continue de dévier, le système corrige la trajectoire afin de le maintenir dans sa voie.



Figure 5 - Voyant du LKA.

ALKS

L'ALKS, pour *Automated Lane-Keeping System*, plus connu sous le nom de système automatisé de maintien dans la voie est un système d'aide autonome qui permet au véhicule de rester dans sa voie tout en restant à distance des autres véhicules qui le précède. Il s'agit d'un ADAS de Niveau 3. On peut le voir comme une combinaison de l'ACC et du LKA. Il devient

obligatoire sur tous les véhicules neufs dans l'UE à la suite du règlement (UE) 2019/2144.

MOIS

Le MOIS, pour *Moving Off Information Signal*, est un système de détection et d'alerte à l'arrêt qui avertit le conducteur de la présence de piétons et de cyclistes dans l'angle mort avant proche. Il utilise des capteurs pour surveiller la zone avant du véhicule. S'il détecte un usager vulnérable, il avertit le conducteur. Certains systèmes sont même capables d'actionner les freins si nécessaire. Cet ADAS est rendu obligatoire sur certains véhicules neufs dans l'UE par le règlement (UE) 2019/2144.

TPMS

Le TPMS, pour *Tire Pressure Monitoring System*, ou encore système de surveillance de la pression des pneus est un système de surveillance en temps réel de la pression des pneumatiques du véhicule. Des capteurs présents dans les pneus permettent de connaître à tout moment la pression de chaque pneu. En cas de surpression ou sous-pression, une alerte est remontée au conducteur sous la forme d'un voyant. Cette aide permet d'augmenter la stabilité et donc la sécurité du véhicule. De plus, elle prévient de l'usure et réduit également la consommation de carburant. Le TPMS est obligatoire dans l'UE sur toutes les voitures neuves depuis 2014 par le règlement (UE) 523/2012. De plus le règlement (UE) 2019/2144 l'étend désormais à d'autres catégories de véhicules.



Figure 6 - Voyant du TPMS.

REIS

Le REIS, pour *Reversing Information System*, est un système d'assistance qui avertit le conducteur d'un obstacle présent dans l'angle mort derrière le véhicule lors d'une marche arrière. Il est particulièrement utile pour les gros véhicules comme les camions ou les bus. Le REIS est rendu obligatoire pour certaines catégories de véhicules neufs dans l'UE par le règlement (UE) 2019/2144.

ISA

L'ISA, pour *Intelligent Speed Assist*, est un système intelligent qui avertit le conducteur lorsque celui-ci dépasse les limites de vitesses établies sur la route. Ce système est en mesure de détecter les panneaux de limitation de vitesse et reçoit également des informations fournis par un système de navigation. Il doit au minimum avertir le conducteur d'une vitesse excessive mais certains ISA réduisent automatiquement la vitesse du véhicule afin de le ramener à la vitesse autorisée. L'ISA est une fonctionnalité rendue obligatoire sur tous les véhicules neufs dans l'UE par le règlement (UE) 2019/2144.

DDAW

Le DDAW, pour *Driver Drowsiness and Attention Warning*, est un système d'avertissement de somnolence et de perte d'attention du conducteur. Il évalue l'état d'éveil du conducteur à travers l'analyse des systèmes du véhicule. Il utilise également des capteurs pour analyser des signaux tels que le mouvement des yeux, la position de la tête ou encore les gestes du conducteur. En cas de détection de perte d'attention, le DDAW envoie une alerte au conducteur. Il est rendu obligatoire sur les véhicules neufs dans l'UE par le règlement (UE) 2019/2144.

5 TECHNOLOGIES

Si certains ADAS sont rendus obligatoires dans l'UE, les constructeurs sont libres d'utiliser les technologies qu'ils souhaitent pourvus qu'elles répondent aux exigences. De ce fait, de nombreux et divers capteurs sont utilisés comme le LiDAR, les caméras, les radars, les capteurs à ultrasons, etc. Mercedes-Benz explique que son système DRIVE PILOT nécessite plus de 30 capteurs pour garantir son bon fonctionnement [7]. De plus, l'utilisation de différents capteurs permet de croiser les sources de données afin d'augmenter la fiabilité et de garantir que le système continuera de fonctionner, même si certains capteurs venaient à être défaillants.

- La caméra capte la lumière. Elle dépend donc des conditions de visibilité. De plus, elle n'a pas de notion de distance. Cependant, elle a une excellente précision.
- Le radar est un dispositif actif qui capte son environnement grâce à des ondes radio qu'il émet. Il n'est pas soumis aux conditions de luminosité. En revanche, il a une très mauvaise précision. De ce fait, il est incapable de distinguer deux personnes placées côte à côte.
- Le LiDAR, pour *Light Detection And Ranging*, est un dispositif actif qui capte son environnement grâce à de la lumière laser qu'il émet. De ce fait, il n'est pas sensible aux conditions de luminosité et bénéficie d'une grande précision bien qu'inférieure à celle d'une caméra. De plus, la technologie LiDAR reste très coûteuse à ce jour (plusieurs milliers d'euros contre quelques dizaines pour un radar).

Certains constructeurs comme Tesla ont fait le choix de ne pas utiliser de LiDAR au profit du couple radar-caméra.

Il faut tout de même préciser que l'ensemble de ces technologies restent propriétaires et très coûteuses. Il est donc impossible de

réaliser du transfert de technologies pour équiper d'anciens véhicules et leur faire bénéficier de cette augmentation de sécurité.

6 APPROCHES

A ce jour, il existe trois approches distinctes sur la manière dont les ADAS communiquent et agissent [8].

L'APPROCHE AUTONOME

C'est l'approche la plus courante. Les capteurs présents sur le véhicule détectent et analysent l'environnement de manière autonome sans interaction intelligente avec les autres véhicules. Ses seules données d'entrée sont celles qu'il collecte. Cette approche présente des faiblesses quant à la portée et la qualité des capteurs utilisés.

L'APPROCHE COOPERATIVE

Cette approche repose sur l'échange d'informations avec les véhicules et infrastructures avoisinants. Il utilise donc ses données mais également celle des autres. On parle de communication V2V (*vehicule to vehicule*) et V2I (*vehicule to infrastructure*). L'approche coopérative vient combler les faiblesses de l'approche autonome.

L'APPROCHE PELOTON

Cette dernière approche est un cas particulier de l'approche coopérative. Elle consiste à former un groupe de véhicules qui communiquent entre eux en échangeant des informations détaillées. Les véhicules se suivent à une distance rapprochée et maintiennent une vitesse similaire. Le premier véhicule (le leader) guide le peloton, tandis que les autres véhicules (les suiveurs) ajustent leur vitesse et leur position en fonction du leader. Dans sa version la plus poussée, le peloton ne nécessite qu'un seul conducteur. Elle est particulièrement adaptée aux camions de transport.

7 CATEGORIES DE VEHICULES

Les réglementations rendant obligatoire certains ADAS s'applique à certains types de véhicules. Pour cela, l'UE utilise les catégories internationales que l'on retrouve également définies à l'article R311-1 du code de la route [9]

M : véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de personnes et ayant au moins quatre roues

M1 : véhicule conçu et construit pour le transport de personnes et comportant, outre le siège du conducteur, huit places assises au maximum

M2 : véhicule conçu et construit pour le transport de personnes, comportant, outre le siège du conducteur, plus de huit places assises et ayant un poids maximal inférieur ou égal à 5 tonnes

M3 : véhicule conçu et construit pour le transport de personnes, comportant, outre le siège du conducteur, plus de huit places assises et ayant un poids maximal supérieur à 5 tonnes

N : véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de marchandises et ayant au moins quatre roues

N1 : véhicule conçu et construit pour le transport de marchandises ayant un poids maximal inférieur ou égal à 3,5 tonnes

N2 : véhicule conçu et construit pour le transport de marchandises ayant un poids maximal supérieur à 3,5 tonnes et inférieur ou égal à 12 tonnes

N3 : véhicule conçu et construit pour le transport de marchandises ayant un poids maximal supérieur à 12 tonnes

O : véhicules remorqués conçus et construits pour le transport de marchandises ou de

personnes ainsi que l'hébergement de personnes

O1 : véhicule remorqué ayant un poids maximal inférieur ou égal à 0,75 tonne

O2 : véhicule remorqué ayant un poids maximal supérieur à 0,75 tonne et inférieur ou égal à 3,5 tonnes

O3 : véhicule remorqué ayant un poids maximal supérieur à 3,5 tonnes et inférieur ou égal à 10 tonnes

O4 : véhicule remorqué ayant un poids maximal supérieur à 10 tonnes

8 REGLEMENTATION EUROPEENNE

En 2019, l'UE a adopté le règlement (UE) 2019/2144 [5] rendant obligatoire un certain nombre d'ADAS sur les nouveaux véhicules neufs de série vendus au sein de l'Union. Il est applicable à partir de juillet 2022 pour l'homologation et à partir de juillet 2024 pour les immatriculations.

Le document est complété par des règlements délégués (UE) afin d'apporter des précisions sur les ADAS. Ainsi, on retrouve par exemple :

- Le règlement délégué (UE) 2021/1243 pour l'éthylomètre antidémarrage ;
- Le règlement délégué (UE) 2021/1958 pour l'ISA ;
- Le règlement délégué (UE) 2021/2144 pour le DDAW ;
- Le règlement délégué (UE) 2022/545 pour l'enregistreur de données d'évènements.
- Le règlement délégué (UE) 2022/1398 pour la prise en compte des réglementations CEE-ONU.

9 REFERENCES

- [1] https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_d%27aide_%C3%A0_la_conduite

- [2] https://www.cerema.fr/system/files/documents/2021/08/2021_08_06_flam_facteurs.pdf

- [3] <https://www.who.int/fr/news/item/30-06-2022-new-political-declaration-to-halve-road-traffic-deaths-and-injuries-by-2030-is-a-milestone-achievement>

- [4] <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9764595m/f410.image.r=%22aide%20%C3%A0%20la%20conduite%22?rk=42918;4>

- [5] <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/2144/>

- [6] https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104

- [7] <https://media.mercedes-benz.fr/drive-pilot-le-tout-premier-systeme-au-monde-de-niveau-3-certifie/#>

- [8] Nadeen Salameh. Conception d'un système d'alerte embarqué basé sur les communications entre véhicules. Autre [cs.OH]. INSA de Rouen, 2011

- [9] https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000038682654/