

# Guide des Bonnes Pratiques Pour la réparation et la calibration des ADAS



© Ad  
ob  
es  
ock  
m  
eta  
mo  
rw  
ork  
s

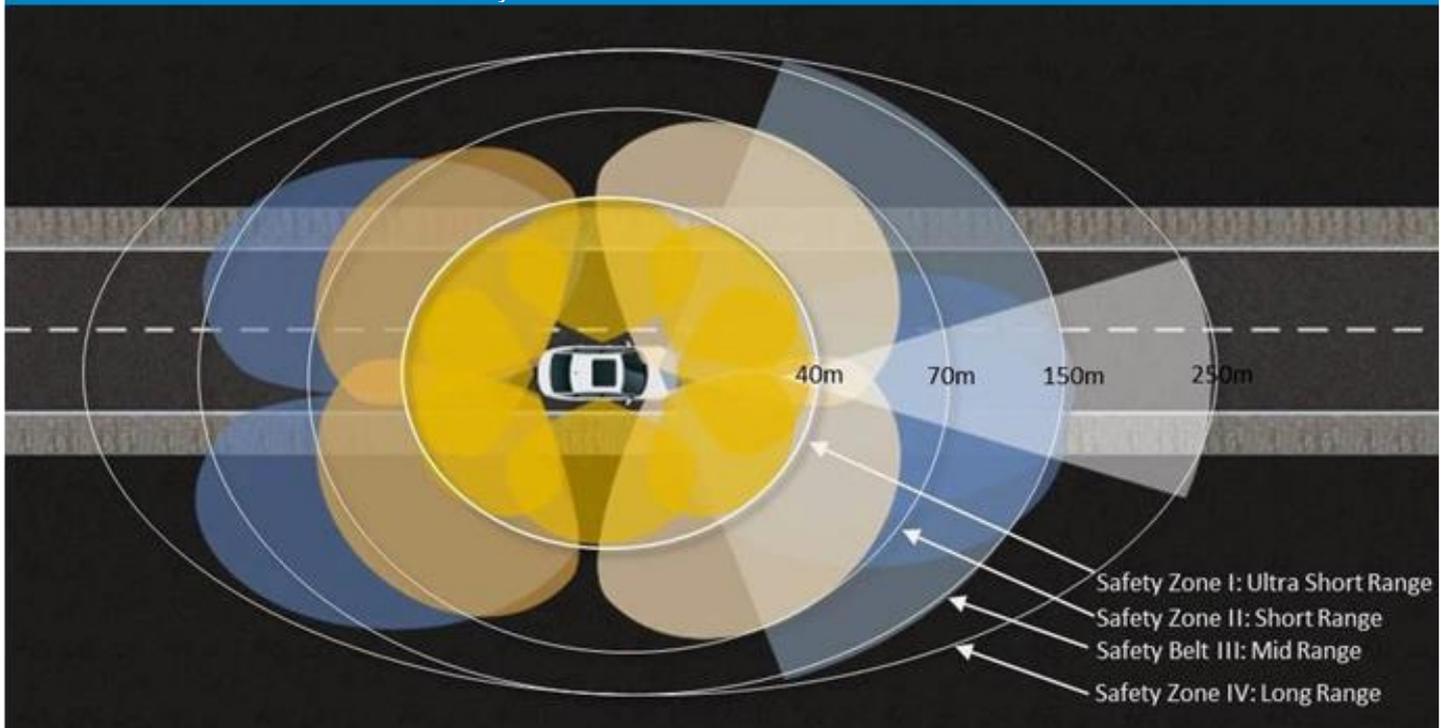
**GROUPE DE TRAVAIL ADAS DE L'EGEA**



Cher lecteur,

Bienvenue dans ce document de l'EGEA sur les bonnes pratiques en matière d'ADAS. Ce document a été élaboré par des experts en équipements garage du groupe de travail de l'EGEA et en coopération avec d'autres groupes intéressés. Le document vous guide à travers les différents sujets concernant les systèmes d'aide à la conduite, noms, définitions et abréviations aux pratiques recommandées de réparation et d'étalonnage. Nous espérons que la lecture de ce document sur les bonnes pratiques vous aidera à comprendre les systèmes d'aide à la conduite automobile et vous donnera un aperçu de ce qui vous attend. Comme ce sujet se développe à un rythme exponentiel, tous les ADAS ne sont pas couverts au moment de la publication, mais cela vous fournira les connaissances nécessaires pour comprendre ce qui nous attend dans ce domaine passionnant et complexe.

*Note : Des systèmes ADAS ou leurs variantes peuvent ne pas être couverts au moment de la publication et, en tant que tels, ne doivent pas être considérés comme exhaustifs. Les révisions futures mettront à jour le contenu sur les nouveaux systèmes.*



**SOMMAIRE**

<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Définitions et descriptions des systèmes</b>	<b>5</b>
a.	AFS - Éclairage avant adaptatif.	5
b.	Châssis adaptatif	5
c.	Régulation adaptative de la distance et de la vitesse (ACC)	5
d.	Feux de route adaptatifs (voir aussi feux de route anti-éblouissement)	6
e.	Direction adaptative (direction active)	6
f.	Système de freinage antiblocage (ABS)	6
g.	Déclaration automatique des accidents (eCall)	6
h.	Assistance à l'angle mort (BSD=Blind Spot Detection) (Voir aussi Assistance au changement de voie)	6
i.	Brake Assist (assistance au freinage)	7
k.	Essuie-glaces à disque de frein (BDW)	7
l.	Car-to-Car (communication)	7
m.	CAS - Système d'évitement des collisions	7
n.	CBC - Contrôle du freinage en virage	7
O.	Assistance aux zones de construction	7
p.	Alerte au trafic transversal	8
q.	Réponse dynamique de la direction (DSTC) (Voir Assistance à la direction)	8
r.	Feu stop électronique	8

# SOMMAIRE

s.	ESP (Programme de stabilité électronique)	8
t.	Détection de la fatigue	8
u.	Faisceau de route sans éblouissement (voir aussi la répartition lumineuse entièrement adaptative)	8
v.	Aide à l'immobilisation en côte	8
w.	Assistance au freinage intelligent (IBA)	8
x.	Assistance au changement de voie	9
y.	Assistance au suivi de voie / Alerte de franchissement de ligne	9
z.	Aide au virage à gauche (à droite)	9
aa.	Reconnaissance de la source lumineuse	9
bb.	Assistance à la vue de nuit	9
cc.	Assistance au stationnement et assistance au garage (Park In/Park Out Assist)	9
dd.	Aide au stationnement - sortie	10
ee.	Assistance pré-collision arrière	10
ff.	Reconnaissance des panneaux routiers/de circulation	10
gg.	Aide à la sortie sécurisée	10
hh.	Assistance aux limites de vitesse	10
ii.	Tempomat	10
jj.	Système de contrôle de la traction (TCS)	10
kk.	Assistance aux embouteillages	10
ll.	Aide au recul de la remorque	11
mm.	Reconnaissance des véhicules	11
nn.	Commande vocale	11
<b>3.</b>	<b>Structure du système et des composants</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>Comprendre les différents systèmes et définitions des fabricants.</b>	<b>12</b>
a.	Sécurité	12
b.	Actif	12
c.	Passif	12
<b>5.</b>	<b>Identifier les véhicules dotés de fonctions ADAS et les composants associés.</b>	<b>12</b>
a.	Utilisation d'un dispositif de diagnostic pour établir les caractéristiques	12
b.	Identification des caméras	12
c.	Identifier la position et le type de radar	13
d.	Identifier les symboles sur le tableau de bord ou les commandes du conducteur	13
<b>6.</b>	<b>Test et diagnostic de l'ADAS</b>	<b>14</b>
a.	Calibrage des capteurs ADAS	14
b.	Préparation du magasin	14
c.	Préparation du véhicule	14
d.	Méthodes d'étalonnage	14
<b>7.</b>	<b>Réparation de l'ADAS</b>	<b>15</b>
a.	Processus de balayage avant réparation	15
b.	Le processus	15
c.	Étalonnage(s) après réparation et processus de post-scanner	15
d.	Réparation et recalibrage de l'ADAS après une collision frontale	16
e.	Remplacement et rééquipement des vitrages automobiles pour les véhicules équipés d'un système d'aide à la conduite assistée par ordinateur (ADAS) monté sur écran.	16
f.	Réparation des pare-chocs	17
<b>8.</b>	<b>Calibrage de l'ADAS</b>	<b>18</b>
a.	Statique :	18
b.	Dynamique :	18
c.	Étapes typiques pour effectuer un étalonnage statique :	18
<b>9.</b>	<b>Équipement d'étalonnage</b>	<b>19</b>
a.	Exigences de base	19
b.	Exigences de la VM	19
c.	Les cibles de la VM	19
d.	Radar Dopplers	20
e.	Alignement des radars	20
f.	Tapis de cible pour les systèmes à 360 degrés, étalonnages des systèmes de caméras d'aperçu	20
g.	Cibles de la caméra arrière, utilisées pour l'étalonnage des fonctions d'assistance au stationnement.	20
<b>10.</b>	<b>Ce que nous pouvons attendre de l'avenir</b>	<b>21</b>
<b>11.</b>	<b>Résumé et conclusions</b>	<b>21</b>
<b>12.</b>	<b>Références et remerciements</b>	<b>22</b>

# 1. INTRODUCTION

## POURQUOI UN DOCUMENT SUR LES MEILLEURES PRATIQUES

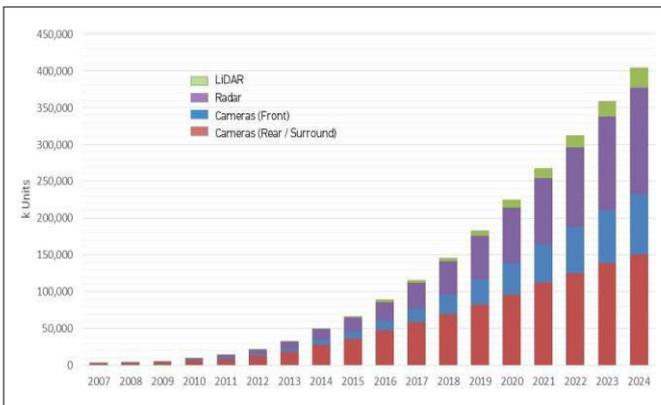
Les véhicules d'aujourd'hui sont équipés d'un nombre croissant de "systèmes automatisés d'aide à la conduite", généralement désignés par l'abréviation ADAS. Les véhicules de demain franchiront une nouvelle étape, en devenant entièrement automatisés et autonomes. Ces systèmes automatisés ont tous en commun le besoin de fonctionner correctement et pour que cela soit possible, ils doivent être calibrés correctement pendant toute la durée de vie du véhicule. Pendant cette période, il est probable que le véhicule aura besoin de pièces de rechange, de réglages mécaniques, peut-être d'un pare-brise de rechange, ou aura subi des dommages dus à un accident. Chacun de ces éléments est susceptible de créer un besoin de recalibrage d'un système d'assistance à la conduite.

Un nombre croissant de ces systèmes d'aide à la conduite sont rendus obligatoires par la législation européenne (par exemple, (UE) 2019/2144).

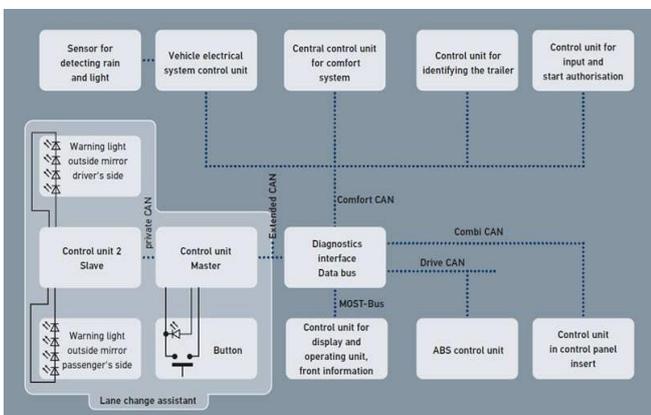
Et de nombreux autres systèmes sont mis en œuvre par des constructeurs automobiles individuels, soit en tant qu'élément standard de la spécification d'un véhicule, soit en tant qu'"option à coût supplémentaire".

De nombreux ateliers ne sont pas encore totalement familiarisés avec tous ces systèmes d'assistance automatique et, par conséquent, avec les méthodes correctes pour les recalibrer.

Ce document vise à expliquer les différents niveaux d'autonomie (niveaux 1, 2, 3, 4 et 5) et les différentes technologies et fonctions correspondantes, le test et la réparation des systèmes et, enfin, la manière de les recalibrer correctement. L'Association européenne des garagistes, par l'intermédiaire des sociétés membres de ses associations nationales européennes, combine une expertise et une expérience substantielles dans la conception, l'exploitation et l'assistance technique des équipements spécialisés nécessaires pour diagnostiquer, réparer et recalibrer les systèmes automatisés d'aide à la conduite.



Ce document sur les bonnes pratiques est destiné à aider les techniciens à maintenir et à améliorer leurs connaissances et leurs compétences professionnelles lorsqu'ils travaillent sur des systèmes d'aide à la conduite automatisés. Les informations contenues dans le document des bonnes pratiques sont basées sur certaines des pratiques, techniques et procédures, ainsi que sur les informations, les outils et les équipements qui ont été couramment utilisés dans les procédures de diagnostic, de réparation et de remise en état des systèmes d'aide à la conduite automatisés (ADAS) qui garantissent qu'un ADAS de véhicule est capable de fonctionner selon ses critères de conception. Ce document est conçu comme un guide et ne traite pas des procédures VM spécifiques, etc.



## 2. DEFINITIONS ET DESCRIPTION DES SYSTEMES

Bien que les systèmes d'aide à la conduite soient disponibles dans les formes et les profondeurs fonctionnelles les plus diverses, ils ont tous deux choses en commun : ils rendent la conduite d'une voiture plus sûre et plus confortable. Des capteurs modernes, tels que des capteurs à ultrasons et des capteurs laser (capteurs Lidar) et, bien sûr, des caméras de vision périphérique, assurent une reconnaissance sûre des distances et de l'environnement de conduite. Une unité de commande (centrale) traite les données et les convertit en signaux tels que des signaux sonores, des messages visuels ou même des réactions actives telles que des interventions de freinage ou des impulsions d'accélération (accélération).



Aujourd'hui, ces actions se produisent généralement de manière numérique et en une fraction de seconde. Plus un système d'assistance au conducteur s'engage dans la conduite proprement dite, plus il commence à remplacer "virtuellement" le conducteur (le signal de la conduite sans conducteur). Même si cela ne se produit consciemment que dans des situations dangereuses, la question de la responsabilité est toujours soulevée. C'est là que les constructeurs sont tenus par le devoir de minimiser les risques et de prévenir les dangers de toutes sortes. Une commission d'éthique s'est saisie de ce sujet et des conditions cadres initiales ont déjà été définies. Mais le dilemme de cette question reste encore controversé. Les systèmes d'aide à la conduite peuvent toutefois, en règle générale, être désactivés par le conducteur.



En raison de la variété des systèmes disponibles et de toutes les solutions individuelles proposées par les différents constructeurs, il est impossible de faire une déclaration générale sur le type de capteur et de génération de capteur qui conviendrait à une application particulière. Les constructeurs automobiles utilisent les systèmes d'aide à la conduite, les combinaisons pratiques et les nouvelles technologies les plus divers dans toutes les catégories de véhicules.

Les désignations ne sont pas toujours identiques et, dans une certaine mesure, les fabricants utilisent leur propre terminologies

et abréviations. Il n'est pas possible ici d'examiner tous les détails techniques et chaque fabricant.

Voici une liste de termes et de définitions utilisés dans le cadre de l'ADAS, certains sont généraux et d'autres sont spécifiques à la VM (cela est indiqué lorsque cela est nécessaire). Cette liste n'est pas exhaustive.

### A. AFS Eclairage frontal adaptatif

La tâche de l'éclairage adaptatif en virage consiste à éclairer les rues et le trottoir lorsque les véhicules tournent et circulent dans les virages. Un capteur d'angle de braquage mesure l'angle du volant et transmet le signal à des moteurs pas à pas qui ajustent ensuite en conséquence les éléments du projecteur.

Une variante simple et mécaniquement moins complexe allume une lampe auxiliaire afin d'éclairer les environs lorsqu'un certain angle de braquage est atteint. L'éclairage en virage peut être réalisé plus efficacement avec des phares à LED, à matrice, à laser ou LCD. L'éclairage en virage peut être réalisé plus efficacement avec des phares à LED, matriciels, laser ou LCD. Aucun système mécanique n'est nécessaire pour cela - les sources lumineuses appropriées sont simplement commandées. Ces systèmes fonctionnent de manière très intelligente. Voir également la distribution lumineuse entièrement adaptative.

### B. CHÂSSIS ADAPTATIF

Le châssis adaptatif s'adaptera en anticipant les éventuelles irrégularités de la route ou les virages dangereux. Les systèmes les plus modernes sont reliés, entre autres, à une caméra qui peut identifier la situation de la route. Les systèmes passifs sont également courants. Ils peuvent être activés par simple pression sur un bouton à l'intérieur du véhicule (confort, standard, sport).

Le châssis est ensuite modifié au moyen de soupapes à commande électrique dans les amortisseurs. Cela signifie que chaque amortisseur reçoit plus ou moins d'huile. Il en résulte une transformation (temporaire) des caractéristiques des amortisseurs. L'objectif d'un châssis adaptatif est d'améliorer les caractéristiques de conduite en tenant compte des processus de freinage, de direction et d'accélération. Cela vise à accroître la sécurité des passagers et à augmenter les performances du véhicule.

### C. RÉGULATION ADAPTATIVE DE LA DISTANCE ET DE LA VITESSE (ACC)

Le régulateur de distance et de vitesse ou encore le régulateur automatique de distance (ACC=Adaptive Cruise Control) freine et accélère le véhicule de manière autonome en fonction du flux de la circulation. Le véhicule "ralentit" et freine - par exemple en cas de trafic de pare-chocs à pare-chocs - chaque fois que cela est nécessaire. Même le croisement ou les bouchons de véhicules qui précèdent sont reconnus. Le risque de carambolage et de collision arrière est ainsi minimisé et le conducteur n'a pas à s'arrêter et à redémarrer constamment. Ce processus s'effectue dans des limites définies, par exemple jusqu'à une vitesse maximale et en respectant une distance de sécurité prédéfinie. Un tel processus implique des capteurs radar qui surveillent la zone située à côté et devant le véhicule. Les capteurs mesurent la distance par rapport au véhicule qui le précède et déclenchent en conséquence une intervention de freinage ou une accélération. Dans certains cas, ces systèmes peuvent freiner complètement un véhicule, par exemple dans les embouteillages (ACC Stop & Go), mais sans déclencher une procédure de freinage d'urgence.

Dans certains systèmes, une alarme sonore signale et avertit également d'une situation dangereuse. L'ACC est aussi fréquemment combiné à des systèmes de contrôle de la direction ou à des assistants de suivi de voie tels que le Lane Assist.

## D. FEUX DE ROUTE ADAPTATIFS (VOIR AUSSI FEUX DE ROUTE ANTI-ÉBLOUISSEMENT)

Avec les feux de route adaptatifs, c'est-à-dire l'assistant de feux de route adaptatifs, le principe d'un système de correction d'assiette des phares à glissement s'applique. Les phares au xénon sont couplés à une caméra capable de fournir une évaluation intelligente de l'image. En fonction du signal de la caméra (provenant de la circulation en sens inverse ou des véhicules qui précèdent), le système modifie la portée de l'éclairage, qui peut atteindre jusqu'à 300 m ou juste la zone anti-éblouissement du véhicule suivant. Dès que la caméra ne reconnaît plus d'autres usagers de la route, le système passe à nouveau lentement et de façon glissante en "feux de route".

Les assistants de feux de route simples avec lampes H7 allument et éteignent simplement les feux de route à l'aide d'un capteur de lumière (capteur de caméra). Le système réagit également à l'éclairage ambiant et en partie aux panneaux de signalisation réfléchissants (voir aussi reconnaissance de la source lumineuse). La lumière dite laser, actuellement utilisée par BMW et Audi, réagit également de manière totalement adaptative. Et comme cela n'implique aucun mouvement d'éléments mécaniques, la vitesse de réaction est importante. Les réglages des feux de route, des feux de croisement et de l'éclairage de virage sont contrôlés électroniquement pour répondre aux besoins individuels.

## E. DIRECTION ADAPTATIVE (DIRECTION ACTIVE)

Avec la direction adaptative ou également avec la direction active (AFS - Active Front Steering), le rapport de direction est effectué de manière variable. Cela signifie que le comportement de la direction varie en fonction de la situation de conduite réelle et de la vitesse de déplacement. L'assistant de direction permet ainsi de faciliter les manœuvres à faible vitesse ou lorsque le véhicule est garé. Lorsque les véhicules roulent sur l'autoroute ou à des vitesses plus élevées, la direction adaptative permet d'améliorer la stabilité directionnelle. Un actionneur situé à l'intérieur du volant (Ford) assure la conversion appropriée des impulsions de direction. Un autre modèle (BMW, Servotronic) fait varier l'assistance hydraulique de la direction et - en fonction de la vitesse - peut ainsi rendre la direction plus douce, plus dure ou plus directe.

La direction adaptative ou la direction active ne nécessite pas d'intervention active sur la direction, comme c'est le cas, par exemple, avec les systèmes de maintien de la trajectoire.

## F. SYSTÈME DE FREINAGE ANTIBLOPAGE (ABS)

Le système de freinage antiblopage (ABS) est l'un des tout premiers systèmes d'aide à la conduite. En tant que premier véhicule de série, la Mercedes Classe S a été dotée d'un système de freinage antiblopage en 1978 (ABS 2 de Bosch). La BMW série 7 lui a ensuite emboîté le pas. Lors du freinage, l'ABS empêche les roues de se bloquer et permet ainsi de garder le contrôle du véhicule. En outre, les distances de freinage sont considérablement réduites et le véhicule ne dérape pas et ne fait pas d'embarde.

Des capteurs de vitesse de rotation individuels sur la roue (inductifs ou plus communément aujourd'hui des générateurs à effet Hall) mesurent les différences de vitesse de rotation pertinentes à travers un disque perforé ou un disque denté. Si la vitesse de la roue diminue de manière disproportionnée par rapport aux autres roues, la pression de freinage sur chaque roue est réduite, mais elle est rétablie peu après (modulation de la pression de freinage). Le conducteur prend conscience de l'augmentation de la pression par le biais de la vibration de la pédale. Dans le même temps, des électrovannes s'ouvrent et se ferment en succession rapide.

Cette opération s'effectue dans l'unité centrale de commande de l'ABS. Elle utilise en permanence les signaux reçus des capteurs de vitesse de roue. Elle est constituée du bloc hydraulique comprenant les valves, une pompe électrique ainsi que le réservoir basse pression et l'unité de commande électronique.

Les versions actuelles de l'ABS prennent en charge encore plus de fonctions telles que la répartition intelligente de la force de freinage sur les quatre roues. De cette façon, en fonction de la situation de conduite et sans que les freins ne soient activement actionnés, d'autres interventions de régulation sont possibles afin de maintenir la stabilité du véhicule sur la route (voir également ESP).

## G. DÉCLARATION AUTOMATIQUE D'ACCIDENTS (ECALL)

En cas d'accident, les capteurs de choc (qui sont également responsables de l'ouverture des airbags) ou les capteurs de collision se connectent et transmettent les données à une unité centrale. En fonction du système ACN (Automatic Crash Notification), des informations telles que le lieu, la gravité de l'accident et toutes les données supplémentaires pertinentes sont transmises au centre de secours. Ce dernier s'efforce également d'entrer en contact avec le conducteur. Les mesures nécessaires, telles que les appels d'urgence, sont alors prises. Ces systèmes sont également appelés eCall et sont obligatoires pour les véhicules neufs depuis avril 2018. Leurs noms sont propres à chaque constructeur, comme OnStar (GM), BMW Assist, Safety Connect (Toyota) et Car-Net (Volkswagen).

Outre les diverses fonctions de connectivité, certains systèmes disposent également de leur propre système d'alarme, qui surveille les portes et la serrure de contact, ainsi que le fonctionnement d'un capteur d'inclinaison et de vibration. Dans le cas de Volkswagen, par exemple, toute forme de manipulation effectuée sur le véhicule, ainsi que tous les détails sur la position du véhicule, sont envoyés par SMS à un bureau central.

Étant donné que les systèmes sont également capables de transférer d'autres données, notamment des informations spécifiques au véhicule et à l'emplacement ou, si nécessaire, de créer un profil de conduite, les discussions critiques autour de la protection des données restent d'actualité. Les ateliers indépendants qui ne sont pas liés à un fabricant donné se considèrent comme désavantagés, car les données spécifiques au véhicule (kilométrage, niveaux de service, informations sur l'usure) peuvent être envoyées au fabricant ou aux concessionnaires les plus proches.

Il existe également sur le marché des systèmes de déclaration d'accident simples et rétroactifs, des outils qui utilisent une application pour donner des informations sur tout incident ou accident.

## H. ASSISTANCE À L'ANGLE MORT (BSD=BLIND SPOT DETECTION) (VOIR AUSSI ASSISTANCE AU CHANGEMENT DE VOIE)



Le terme "angle mort" désigne la zone qui, malgré les rétroviseurs latéraux et arrière, n'est pas visible par le conducteur pendant un court instant. Il s'agit généralement des véhicules qui suivent ou de ceux qui sont en train de dépasser par la gauche.



L'assistance aux angles morts calcule la position, la distance et le sens de la marche des autres véhicules et émet un avertissement en cas de véhicules circulant sur les voies adjacentes. Le système facilite le changement de voie et prévient les accidents. Les systèmes BSD (Blind Spot Detection) fonctionnent par défaut avec des capteurs radar situés des deux côtés du véhicule, capteurs qui peuvent également être utilisés pour les aides au stationnement et pour le système Park In Assist.

## I. ASSISTANCE AU FREINAGE (BRAKE ASSISTANT)

Le premier système d'assistance au freinage a été lancé il y a environ 30 ans avec l'ABS. Son objectif est d'empêcher le blocage des roues lors du freinage. Depuis le 24 novembre 2009, un assistant de freinage de base est obligatoire pour les nouveaux véhicules dans toute l'UE. Lors d'un freinage d'urgence saccadé, le système augmente la pression de freinage via l'ABS et favorise ainsi une décélération rapide du véhicule, parfois même jusqu'à l'arrêt (DBC = Dynamic Brake Control). Les capteurs de vision frontale ne jouent aucun rôle dans ce processus.

## J. ASSISTANCE AU FREINAGE D'URGENCE (EBA)

Surveille la zone située devant le véhicule à l'aide de capteurs radar ou de caméras. Si un carambolage ou une collision avec un autre usager de la route ou avec un animal est imminent, un avertissement est donné au conducteur. La pression de freinage est également augmentée par l'ABS. En fonction du système, le véhicule déclenche une décélération et raccourcit la distance de freinage. Si une collision est inévitable, un arrêt d'urgence peut également être déclenché dans les limites du système. Le système CPAP (Collision Prevention Assist Plus) de Mercedes en est un exemple.

D'autres assistants au freinage d'urgence portent des noms tels que Intelligent Brake Assistant (IBA, Infinity), Pre-Collision Safety System (PCS, Toyota) ou tout simplement Automatic Emergency Brake (AEB). Les systèmes destinés à la circulation urbaine, tels que la fonction de freinage d'urgence City de Volkswagen, City Safety de Volvo ou Active City Brake (Groupe PSA), atténuent l'impact des collisions par l'arrière lors de la conduite pare-chocs contre pare-chocs en ville ou, dans le meilleur des cas, les évitent complètement. Les capteurs avant des systèmes reconnaissent également les piétons, les cyclistes et les animaux. En fonction de la définition du système, chacun de ces assistants au freinage fonctionne jusqu'à une certaine vitesse, par exemple jusqu'à 20 mph. Un avertissement visuel, haptique ou acoustique (Forward Collision Warning) précède l'intervention du frein actif.

## K. ESSUIE-GLACE À DISQUE DE FREIN (BDW : BRAKE DISK WISPER)

Ce terme n'a absolument rien à voir avec un pare-brise propre. L'essuié-glace de disque de frein, grâce à la légère pression exercée sur les plaquettes de frein, permet aux disques de frein de produire un freinage sec "doux" en cas de forte pluie. Le résultat est que la réponse et la performance des freins sont optimisées. Afin d'initier cette procédure, le capteur de pluie envoie le signal nécessaire à l'unité de contrôle ABS.

## L. CAR-TO-CAR (COMMUNICATION)

Des modèles de communication "de voiture à voiture" sont en cours de développement. Les usagers de la route ou les véhicules communiquent directement entre eux par le biais d'un système autonome (sans réseau de téléphonie mobile) et échangent des informations sur le trafic avant même que leurs véhicules ne soient à portée l'un de l'autre. Les conducteurs concernés - ou leurs systèmes d'assistance embarqués - peuvent alors se préparer rapidement à une situation potentiellement dangereuse telle qu'un

accident de la route. Un exemple d'application est le feu stop électrique.

## M. CAS - SYSTÈME D'ÉVITEMENT DES COLLISIONS

L'évitement des collisions est l'exigence clé de tout système d'assistance au conducteur. En principe, même en ce qui concerne l'aide au stationnement, il s'agit toujours de systèmes conçus pour éviter une collision. Mais, depuis longtemps déjà, le développement technologique a permis d'aller beaucoup plus loin. Alors que les assistants de freinage d'urgence, les assistants de maintien dans la voie ou de franchissement d'intersection ont fait leur apparition dans les véhicules modernes, les constructeurs automobiles, en collaboration avec des partenaires du secteur de la recherche et du développement, ont développé des systèmes plus intelligents afin de prévenir les collisions dès le départ. Nous faisons référence à l'ACA = Advanced Collision Avoidance Systems. Le défi est le suivant : parvenir à une perception étendue de l'environnement du véhicule grâce à un radar à longue distance et à l'extension intelligente des systèmes existants. Le principal protagoniste dans tout cela est la quantité d'informations fournies par les capteurs et les caméras (à l'avenir, ces informations seront également fournies par d'autres véhicules), leur traitement intelligent et leur traduction en mesures appropriées à prendre en compte. Il convient également de mentionner qu'une attention particulière est accordée à la possibilité que d'autres usagers de la route soient mis en danger par l'intervention d'un système d'assistance. En effet, tous les véhicules ne sont pas équipés de la même technologie et pourraient alors être inutilement exposés au danger d'un tiers. Si ce sujet est porté plus loin au niveau de la conduite autonome, des problèmes tels que le dilemme susmentionné joueront certainement un rôle majeur dans toutes les discussions.

## N. CBS - SYSTÈME D'ÉVITEMENT DES COLLISIONS

BMW utilise le contrôle du freinage en virage depuis 1997 - d'autres constructeurs lui ont emboîté le pas. Comme le fait de braquer dans un virage signifie que la pression sur les roues du côté intérieur du virage est réduite (en fonction du rayon du virage et de la vitesse), il peut arriver que lorsque les freins sont appliqués, le résultat soit le suivant : le sursrégime ou le surfreinage.

Le véhicule peut alors se mettre à déraper. Ce phénomène peut être évité grâce au système de contrôle du freinage en virage. Ce système, avec l'aide de l'unité de commande ABS (la vitesse de chaque roue est mesurée par les capteurs ABS), contrôle chaque roue individuellement, régulant ainsi la pression de freinage individuellement. Le véhicule reste alors, dans les limites du système, stable même en cas de freinage en virage. Le conducteur n'est absolument pas conscient de cette procédure de contrôle.

## O. ASSISTANCE DANS LES ZONES DE CONSTRUCTION

Tout le monde connaît les voies parfois très étroites à proximité des chantiers sur l'autoroute ou sur les routes secondaires. C'est là qu'intervient le Construction Zone Assist qui, à l'aide de caméras (caméras stéréo) et de capteurs à ultrasons, veille à ce que le conducteur reste sur la voie, même si elle est exceptionnellement étroite, afin d'éviter toute collision avec d'autres usagers de la route. Si nécessaire, les corrections de direction appropriées sont effectuées tout en veillant à ce qu'une distance de sécurité soit respectée par rapport au véhicule qui précède et des deux côtés. En outre, certains assistants de zone de construction émettent des avertissements sonores et visuels en temps utile lorsque des tronçons étroits sont prévus.

L'efficacité de ces systèmes est toutefois limitée. En cas de brouillard épais ou lorsque le soleil est bas, ces systèmes d'aide à la conduite se désactivent.

## P. ALERTE AU TRAFIC TRANSVERSAL

Le système d'alerte de trafic transversal reconnaît le trafic transversal critique et avertit le conducteur de manière visuelle et sonore. Presque tous les constructeurs automobiles proposent un tel assistant de circulation transversale, un outil qui fonctionne sur la base d'un assistant de freinage et qui utilise des informations provenant de caméras (caméras stéréo) ou de capteurs radars. L'alerte de trafic transversal n'est généralement active que jusqu'à ce qu'une vitesse définie soit atteinte.

## Q. RÉPONSE DYNAMIQUE DE LA DIRECTION (DSTC) (VOIR ASSISTANCE À LA DIRECTION)

Le Dynamic Steering Response DSR et le Dynamic Steering Traction Control constituent un système qui permet de réorienter la direction en fonction de la situation de conduite (par exemple, si le véhicule survire dans un virage). Cela se manifeste par un léger contre-braquage électromoteur, qui stabilise le véhicule et améliore sa stabilité directionnelle. Au cours de ce processus, le DSTC fonctionne avec l'ESP et reçoit des informations via les capteurs de vitesse des quatre roues. L'intervention du DSTC dans les mouvements de direction est à peine perceptible. La direction indépendante du véhicule n'est plus possible. Seat a été la première à mettre cette technologie en production de série avec la Cupra R.

## R. FEU STOP ÉLECTRONIQUE

Grâce à la communication entre véhicules, il sera possible (à l'avenir) d'utiliser les informations de plusieurs véhicules afin de rendre la conduite plus sûre. Le feu rouge électronique est un exemple de ce type de fonctionnement. Il fournit des informations sur une manœuvre de freinage effectuée par les véhicules qui précèdent, des véhicules qui ne sont même pas encore dans le champ de vision. Dans le pire des cas, il peut s'agir d'une situation de freinage d'urgence. Cela signifie que le conducteur qui suit peut, d'une certaine manière, "voir à l'avance" quel type de danger potentiel l'attend - par exemple sur des routes de campagne étroites et sinueuses - et se préparer en conséquence. Un autre exemple est le système d'assistance pour les zones de construction, qui peut transmettre des informations silencieuses sur les véhicules circulant devant lui mais qui ne sont pas visibles (voir également la communication entre véhicules).

## S. ESP (PROGRAMME DE STABILITÉ ÉLECTRONIQUE)

Avec l'ABS (1979), l'ESP est considéré comme "la classe" des systèmes d'assistance au conducteur. En intervenant sur les freins (et aussi sur la gestion du moteur), il améliore à la fois la stabilité directionnelle et la stabilité du véhicule dans les situations limites (par exemple en cas de sous-virage ou de survirage). L'ESP est considéré comme une extension de l'ABS et du TCS (Traction Control System).

Le terme ESP est protégé pour son utilisation par Daimler. La première utilisation en série du système Bosch a été observée sur une Mercedes-Benz Classe S en 1995. C'est pourquoi d'autres constructeurs ont choisi d'utiliser d'autres désignations telles que DSC (Dynamic Stability Control, Jaguar et Mazda), VSA (Vehicle Stability Assist, Honda), VSC (Vehicle Stability Control, Toyota) ou PSM (Porsche Stability Management).

L'ESP constitue, par exemple, une base qui peut être reliée à d'autres systèmes tels que le blocage électronique de différentiel, le contrôle du couple d'inertie du moteur, l'assistant de freinage hydraulique, y compris la puissance de freinage accrue, la stabilisation de la remorque et également l'essuie-glace de disque de frein.

## T. DÉTECTION DE LA FATIGUE

Des mouvements permanents du volant et des corrections effectués de manière bâclée - même sur une route droite - sont des signes évidents de fatigue excessive. Le capteur d'angle de braquage recueille des signaux et les compare (selon le niveau d'extension du système) aux données GPS sur la topographie de la route. La durée du trajet, l'heure de la journée et le kilométrage parcouru jouent également un rôle. Les conducteurs "fatigués" reçoivent un avertissement sous la forme d'un symbole visuel ou d'un signal sonore, les incitant à s'arrêter pour "faire une pause-café".

## U. FEUX DE ROUTE SANS ÉBLOUISSEMENT (VOIR ÉGALEMENT LA DISTRIBUTION DE LUMIÈRE ENTIÈREMENT ADAPTATIVE)

Les feux de route sans éblouissement, également appelés ligne de coupure verticale ou Dynamic Light Assist, suivent le principe d'un feu de route allumé en permanence qui n'éblouit en aucun cas les autres usagers de la route. Le système (antérieur) au xénon adapte automatiquement la répartition de la lumière à la situation de la circulation grâce à un petit tambour rotatif et à des masques.

Aujourd'hui, les feux de route sans éblouissement sont créés au moyen de phares à LED. Le principe reste cependant le même. Des LED individuelles sont sélectionnées, allumées et éteintes. C'est le cas par exemple de l'Audi Matrix LED light et du Mercedes-Benz Multibeam LED light. Une caméra intelligente placée derrière le pare-brise du véhicule joue un rôle essentiel dans le fonctionnement du système de commande. Elle reconnaît les phares ou les feux arrière des véhicules qui précèdent et prend en charge d'autres tâches de surveillance (détection d'objets).

Avec ces deux systèmes, l'effet gênant et éblouissant des feux sur les autres usagers de la route est masqué. En revanche, le bord de la route et toutes les autres parties de la route restent éclairés. Il en résulte que les piétons ou les animaux tels que les chevreuils peuvent être reconnus plus clairement et plus rapidement sans que les passagers du trafic en sens inverse ou des véhicules en amont ne soient éblouis.

Attention ! La condition préalable à un fonctionnement optimal du système de phares est un réglage correct. Celui-ci doit toujours être effectué par un technicien professionnel dans un atelier.

## V. AIDE À LA RETENUE EN CÔTE

L'aide au démarrage en côte empêche le véhicule de reculer lors du démarrage sur une route de montagne grâce à une intervention de freinage appliquée sur l'essieu arrière. Le frein (EPB= Electrical Parking Brake) est relâché dès que l'engagement de l'embrayage termine le démarrage. Pour les véhicules équipés d'une transmission automatique ou à double embrayage, la position du commutateur doit être réglée sur "D". Dans les conditions hivernales, le système de contrôle de la traction fournit l'adhérence nécessaire à un nombre incalculable de véhicules (voir également le système de contrôle de la traction - TCS).

## W. ASSISTANCE AU FREINAGE INTELLIGENT (IBA)

L'assistant de freinage d'urgence intelligent et anticipatif (IBA) prévient les carambolages et les collisions avec d'autres objets en avertissant le conducteur à temps et en déclenchant une intervention de freinage jusqu'à l'arrêt d'urgence complet et automatique. Selon le système utilisé, des systèmes de caméras et des capteurs radar ultramodernes surveillent l'avant de la voiture. En parallèle, des systèmes de messagerie aident à reconnaître les objets. S'il est impossible d'éviter une collision les airbags, les rétracteurs de ceintures de sécurité et les appui-tête sont préparés et réglés en conséquence. L'assistance au freinage

intelligent d'Infiniti intègre également, par exemple, un système d'alerte de collision (Forward Collision Warning).

## X. ASSISTANCE AU CHANGEMENT DE VOIE

Avec l'assistance au changement de voie, des capteurs radar situés à l'arrière du véhicule complètent le " regard par-dessus l'épaule " du conducteur lorsqu'il change de voie. Ces capteurs surveillent l'ensemble de l'arrière du véhicule jusqu'au côté parallèle à la voiture, y compris "l'angle mort" où d'autres véhicules peuvent circuler. Si le conducteur indique qu'il souhaite changer de voie, un avertissement est émis si d'autres véhicules s'approchent. Il peut s'agir d'un avertissement visuel dans le rétroviseur latéral ou, selon le système, d'un avertissement sonore (voir également l'angle mort).

## Y. ASSISTANCE AU MAINTIEN DE LA TRAJECTOIRE / AVERTISSEMENT DE CHANGEMENT DE VOIE

À l'aide d'une caméra montée derrière le pare-brise et qui s'oriente vers les marquages routiers, l'assistant de suivi de voie veille à ce qu'un véhicule reste dans sa voie. Cela est possible grâce aux différences de contraste entre la surface de la route et les bandes de signalisation.

Il existe des systèmes dotés d'une fonction d'avertissement haptique, comme une vibration du volant (Lane Departure Warning), ainsi que des systèmes actifs (Lane Tracking Assist) qui réagissent par une intervention active de la direction. Si un véhicule quitte la voie idéale, un avertissement haptique ou acoustique est d'abord émis (selon le système), suivi d'une intervention "douce" de la direction afin de ramener le véhicule sur la bonne voie. Lorsque le véhicule s'écarte activement et délibérément de la voie, par exemple lors d'une manœuvre de dépassement à l'aide des clignotants, le système est désactivé.

La nuit, les contrastes entre le marquage au sol et la chaussée sont faibles et sur certaines routes de campagne, il n'y a pas de marquage du tout. Lorsque les limites de détection sont atteintes, l'assistant de suivi de voie ou le système d'alerte de franchissement de ligne se désactive. Mais les systèmes intelligents les plus récents, dotés d'une technologie de pointe en matière de caméras, peuvent même fonctionner dans l'obscurité et le brouillard et nécessitent moins de guides d'orientation (comme un terre-plein central).

## Z. AIDE AU VIRAGE À GAUCHE (À DROITE)

Tourner à gauche (à droite) sur des carrefours (très fréquentés), en partie déroutants, est toujours une source de danger latent. Le système d'aide au virage à gauche (ou à droite) reconnaît les véhicules en sens inverse et en avertit le conducteur de manière visuelle et sonore. Il peut également déclencher une intervention sur les freins afin d'atténuer ou d'empêcher complètement une collision potentielle. Des capteurs à ultrasons, des capteurs radar ou des systèmes de caméra intelligents sont chargés de reconnaître les véhicules en sens inverse. (Voir également Communication entre véhicules).

## AA. RECONNAISSANCE DE LA SOURCE LUMINEUSE

Les systèmes basés sur des capteurs (capteurs de lumière) visant à reconnaître la situation de la lumière ambiante constituent la base des mesures automatiques ou interactives destinées à réguler l'éclairage des véhicules. Dans cette équation, les véhicules qui arrivent sont tout aussi importants que ceux qui les précèdent. La frontière entre le jour et la nuit joue également un rôle, tout comme la reconnaissance de l'éclairage public et des panneaux de signalisation réfléchissants.

C'est la reconnaissance des sources lumineuses qui a, par exemple, donné naissance à tous les éléments suivants : l'assistant de feux de route, l'éclairage des instruments ou de l'écran (les écrans d'information entièrement numériques, dont l'Active Info Display de Volkswagen est un bon exemple) et les systèmes d'assistance intelligents tels que l'éclairage de virage

adaptatif, la répartition adaptative de la lumière (éclairage sélectif des zones dangereuses, AFS - Advanced Frontlighting System) ou les feux de route anti-éblouissement (adaptive cut-off line).

En outre, un nombre croissant de commandes d'éclairage par caméra est mis en œuvre.

Les manœuvres difficiles, par exemple dans les garages à plusieurs niveaux, ou lorsque les conditions d'éclairage sont mauvaises, et d'autant plus que les véhicules semblent de plus en plus grands, comportent des risques d'éraflures ou de bosses, voire de blessures. Grâce à des capteurs d'environnement, le système Manoeuver Brake Assist est prêt à surveiller l'environnement immédiat et, si nécessaire, intervient en freinant sans délai. Le système Manoeuver Brake Assist ne fonctionne qu'à faible vitesse, par exemple en dessous de 15 km/h.

## BB. ASSISTANCE À LA VUE DE NUIT

Les systèmes dits de vision nocturne (caméras thermiques) sont connus pour leur utilisation dans une variété d'applications. Les jumelles qui augmentent la lumière résiduelle peuvent détecter et identifier, par exemple, des animaux sauvages même dans l'obscurité totale. La condition préalable est que les différences de température nécessaires soient présentes. En 2005, Mercedes a lancé sur le marché le premier système de vision nocturne pour les voitures. D'autres constructeurs lui ont emboîté le pas. Aujourd'hui, une caméra infrarouge associée à des phares infrarouges supplémentaires permet d'enregistrer et de rendre visibles des objets : Elle capture non seulement les personnes (reconnaissance des personnes) et les animaux mais aussi (indépendamment de la température) les branches et toutes sortes d'autres choses. L'image apparaît sur l'écran du véhicule ou, mieux encore, sous forme d'affichage tête haute dans le champ de vision du conducteur.

L'assistant Night View peut être combiné avec des assistants de freinage, d'éclairage, de direction ou de châssis. Il est ainsi possible d'effectuer des corrections actives et pertinentes pour la sécurité du véhicule afin d'éviter les accidents.

## CC. AIDE AU STATIONNEMENT ET AIDE AU GARAGE (PARK IN / PARK OUT ASSIST)

Avec le Park Assist et le Garage Assist (également Park In/Park Out Assist ou Garage Pilot), les capteurs à ultrasons (et également les caméras de vision périphérique ou les scanners laser) de chaque type de véhicule reconnaissent les emplacements de stationnement appropriés dans le sens de la longueur et de la largeur et mesurent ensuite les distances. La différence entre le Park Assist et le Garage Assist et le simple système d'aide au stationnement Park In/Park Out (système d'avertissement de distance) ou la caméra de recul avec sa fonction d'aide visuelle au stationnement est l'assistance automatisée fournie par le véhicule pendant la procédure de stationnement.

Avec les systèmes habituels, partiellement actifs, le conducteur est informé des possibilités de stationnement pendant qu'il roule lentement. Si le conducteur s'arrête ensuite et active le pilote de stationnement, l'assistant dirige la voiture de manière autonome dans l'espace disponible. Mais le conducteur reste dans le véhicule pour accélérer et freiner.

Avec la combinaison passive de l'aide au stationnement et de l'aide au garage, le véhicule se dirige de manière totalement autonome vers une place de parking (même dans les garages à plusieurs niveaux) ou vers un garage, puis en ressort. L'assistance au garage peut reconnaître des obstacles tels que des bicyclettes et peut se garer dans des garages très étroits. Le conducteur n'est pas obligé de rester assis dans le véhicule (passif). au contraire, il peut contrôler le système depuis l'extérieur à l'aide d'une application pour smartphone et "profiter du spectacle du stationnement", pour ainsi dire. La seule tâche qui lui reste la surveillance de la procédure et un bouton de l'application doit être appuyé en permanence sinon l'opération de stationnement sera annulée.

## DD. AIDE À LA SORTIE DU STATIONNEMENT – PARK OUT ASSIST

Le Park Out Assist pour sortir d'une place de stationnement (par exemple, sur Volkswagen) ou l'alerte de circulation transversale arrière (RCTA, par exemple, sur Mazda) utilisent tous deux les capteurs radar de l'avertisseur d'angle mort (Blind Spot Detection, BSD). Lorsque la voiture sort de sa place de stationnement, les capteurs reconnaissent les véhicules ou les piétons qui traversent par derrière ou tout autre type d'obstacle avant que le conducteur n'en prenne conscience. L'avertissement est donné sous la forme d'un signal sonore ou par des LED clignotantes (par exemple dans le rétroviseur). L'angle de détection est généralement de 120 degrés.

Si le système d'aide à la conduite reconnaît une collision imminente, il alerte le conducteur au moyen d'un signal sonore et/ou visuel (par exemple, à l'aide de LED dans le rétroviseur). Avec certains systèmes, un freinage automatique du véhicule est également effectué (voir également l'assistance au stationnement et l'assistance au garage).

L'aide au stationnement pour sortir d'une place de stationnement est activée lorsque la marche arrière est engagée ou lorsque la boîte de vitesses automatique est réglée sur "R". Si le véhicule est équipé d'un attelage ou d'un dispositif d'attelage et qu'une remorque est tractée, l'aide au stationnement pour sortir d'une place est désactivée.

## EE. ASSISTANCE PRÉ-COLLISION ARRIÈRE (REAR END PRE-CRASH ASSIST)

L'assistance pré-collision arrière suit les véhicules qui s'approchent par l'arrière et, en cas de collision imminente, préactive les dispositifs de sécurité tels que les airbags, les rétracteurs de ceintures de sécurité ou la coupure automatique de la tension d'un véhicule à haute tension ou d'un véhicule électrique. Il est également judicieux de faire retentir un signal sonore approprié (à l'avance) afin que le conducteur puisse, le cas échéant, réagir de manière appropriée.

## FF. RECONNAISSANCE DES PANNEAUX ROUTIERS/DE CIRCULATION

Grâce à un logiciel de traitement d'images intelligent, les systèmes de camera peuvent reconnaître les panneaux routiers importants tels que les limitations de vitesse (voir l'assistance aux limitations de vitesse), les restrictions de dépassement ou les panneaux de zones de construction. Le conducteur est averti visuellement et auditivement. De cette façon, les conducteurs peuvent éviter de manquer un panneau de signalisation vital.



## GG. AIDE À LA SORTIE SÉCURISÉE (SAFE EXIST ASSIST)

Le système d'aide à la sortie en toute sécurité met en garde contre les dangers liés à l'ouverture des portes du véhicule lorsque des véhicules arrivent par l'arrière. Les capteurs radar, qui fournissent des signaux, notamment pour l'assistance au stationnement, l'assistance au changement de voie, l'assistance pré-collision arrière ou la détection des angles morts, reconnaissent les véhicules, les cyclistes ou les piétons comme des obstacles potentiels. Selon le type de véhicule, un avertissement sonore est émis ou le danger est signalé visuellement par un signal lumineux dans le champ de vision ou dans le panneau de garniture de la porte.

## HH. ASSISTANCE À LA LIMITATION DE VITESSE

Les systèmes de caméras modernes reconnaissent les panneaux

routiers indiquant les limitations de vitesse. À l'aide d'un logiciel intelligent de traitement d'images, le véhicule est en mesure d'avertir de ces limitations de vitesse en temps réel.

L'avertissement peut être sonore et/ou visuel.

Certains systèmes reconnaissent même les panneaux de signalisation dans les pays étrangers ou peuvent modifier/supprimer l'avertissement dans les villes ou lorsque les limitations de vitesse ont été levées.

La reconnaissance des autres panneaux de signalisation est également possible, tout comme la connexion avec d'autres systèmes d'assistance.

Les systèmes de navigation indiquent également toute forme de restriction de vitesse, mais à une certaine condition, à savoir que leur logiciel/leur carte doit être à jour !



## II. TEMPOMAT

Le Tempomat (une marque de la société Daimler AG) est l'un des plus anciens systèmes d'aide à la conduite. Un système comparable de Chrysler est apparu sur le marché américain en 1958 (Cruise Control). Le régime était maintenu constant à l'aide d'un câble Bowden et donc la vitesse également. En 1962, Mercedes en Allemagne a poursuivi ce développement avec le Tempomat.

Les tempomats modernes régulent la vitesse électroniquement, prenant en charge l'accélération et la décélération afin que la vitesse soit maintenue aussi précisément que possible. Les systèmes d'assistance comme l'ACC veillent à ce que la distance de sécurité nécessaire soit respectée par rapport au véhicule qui précède. Le Tempomat s'arrête immédiatement lorsque la pédale de frein est actionnée ou lorsqu'un système de régulation de la distance est activé.

Classiquement, le Tempomat est commandé par un bras de pitman supplémentaire. Dans la nouvelle Classe S, la commande s'effectue par des boutons sur le volant. (cf. l'assistance au respect des limites de vitesse).

## JJ. SYSTÈME DE CONTRÔLE DE LA TRACTION (TCS)

Le Traction Control System (TCS) empêche le patinage des roues motrices en cas de démarrage ou d'accélération rapide sur des routes non goudronnées. Ce système porte des noms différents selon les constructeurs automobiles. En voici quelques exemples : Contrôle automatique de la stabilité (ASC) chez BMW, Système de contrôle de la traction (TCS) chez Mazda ou Contrôle de la traction (TRC) chez Toyota. La plupart des autres constructeurs utilisent toutefois l'abréviation TCS pour le contrôle de la traction.

Le contrôle de la traction peut être mis en pratique soit par l'intervention des freins, soit en intervenant dans la commande du moteur. Des signaux de commande sont envoyés par les capteurs ABS (ou les capteurs de régime) concernés qui, dans les limites définies du système (angle de glissement, maximum 10-20 degrés), signalent la pente de glissement des roues (rapport entre le couple et le glissement des roues). Le système fonctionne avec une traction avant, arrière ou intégrale.

## KK. ASSISTANCE AUX EMBOUTILLAGES

Selon les constructeurs, Traffic Jam Assist combine le contrôle automatique de distance (qui fait partie de l'ACC), l'assistant de freinage et l'assistant de suivi de voie. Des capteurs radar observent la circulation (pare-chocs contre pare-chocs) devant leur propre véhicule et une caméra s'oriente vers les marquages au sol. Le véhicule reste dans sa voie, maintient une distance définie et, s'il y a un risque de collision, le véhicule reste dans sa voie et

maintient une distance définie. nécessaire, (dans les limites définies par le système) déclenche une action de freinage qui peut conduire à l'arrêt du véhicule. Redémarrage automatique dans un trafic de pare-chocs à pare-chocs est également prévu dans de nombreux systèmes (cf. communication voiture à voiture).

## LL. AIDE AU REcul DE LA REMORQUE

Les manœuvres et le stationnement d'une remorque de voiture particulière ne sont pas une partie de plaisir pour tout le monde. C'est pourquoi Volkswagen, par exemple, avec son système "Trailer Assist" offre aux conducteurs une aide au stationnement ou à la manœuvre et au braquage. Lorsque le système est activé et que la combinaison de véhicules est dans la bonne position, la voiture et la remorque se dirigent en marche arrière vers la place de stationnement. Le conducteur reste responsable de l'application des freins et de l'utilisation de l'accélérateur. À l'aide des boutons de réglage des rétroviseurs extérieurs, le conducteur peut fixer le sens de marche souhaité pour la remorque.

L'aide au recul de la remorque va encore plus loin. Les conducteurs peuvent garer leur combinaison voiture/remorque de l'extérieur à l'aide d'un smartphone, comme s'il s'agissait d'une télécommande. Pendant cette opération, le Trailer Backup Assist utilise les fonctions de la direction assistée électrique, du programme de stabilité électronique ESP, de la pédale d'accélérateur électronique ainsi que de l'attelage de remorque avec son capteur d'angle d'articulation. L'angle de braquage de la remorque et la vitesse de la combinaison voiture/véhicule remorqué peuvent être définis à l'aide d'une appli - et ainsi la remorque peut être garée avec succès.

## MM. RECONNAISSANCE DES VÉHICULES

La reconnaissance automatique des véhicules prend tout son sens lorsque la circulation est dense dans les centres villes et sur les routes à plusieurs voies. Dans de telles situations, les véhicules qui précèdent freinent souvent de manière inattendue ou changent de voies de circulation de manière abrupte.

Lorsque ces scénarios se produisent, l'assistant de freinage, grâce aux informations fournies par un système de reconnaissance du véhicule, peut immédiatement déclencher les mesures nécessaires (un avertissement visuel et sonore ou une intervention immédiate sur les freins, voire un arrêt d'urgence).

La surveillance de l'environnement de conduite, assurée par exemple par un système de caméras intelligentes, est permanente. Le système recueille des données sur la position, la direction et la vitesse des autres véhicules, puis traite ces informations. Différents types de véhicules comme les voitures, les camions, les bus, les motos ou même les scooters sont reconnus et classés. Leur identification n'est pas entravée par des caractéristiques telles que la marque, le modèle ou d'autres variations d'apparence. Cette reconnaissance des véhicules continue de fonctionner même si les conditions météorologiques sont défavorables. En outre, les véhicules dissimulés peuvent également être détectés.

## NN. CONTRÔLE DE LA VOIX (VOICE CONTROL)

La commande vocale remplace l'entrée manuelle d'instructions de fonctionnement à l'aide d'un clavier et de molettes ou d'un écran tactile sur un écran d'affichage. Dans une situation idéale, toutes les opérations suivantes pourraient être commandées de cette manière : programmation du système de climatisation, consultation de diverses informations sur le véhicule, sélection de musique ou vérification d'un contact dans le carnet d'adresses du téléphone pour passer un appel téléphonique. Le conducteur énonce ses instructions et le système concerné réagit. Les systèmes de reconnaissance vocale de la première génération avaient souvent des difficultés avec l'intonation et l'imagerie linguistique régionale des conducteurs. Aujourd'hui, les assistants linguistiques et les "traducteurs" électroniques sont non seulement intégrés dans nos smartphones, mais ils fonctionnent également très bien. Les systèmes des véhicules sont également plus intelligents et plus sophistiqués.

## 3. STRUCTURE DU SYSTEME ET DE SES COMPOSANTS

Les paragraphes suivants décrivent le fonctionnement de certains ADAS et leur interaction avec d'autres systèmes du véhicule :

Les systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS) aident le conducteur pendant la conduite et leur principal objectif est de permettre une conduite plus sûre et plus efficace.

Les ADAS ont la même structure que les autres systèmes à commande électronique, c'est-à-dire qu'il faut une ECU, des capteurs et des actionneurs pour interagir avec le conducteur par le biais de lampes d'avertissement, de messages sur le tableau de bord, de vibrations du volant, etc. et, bien sûr, ils sont connectés au réseau de communication du véhicule pour interagir avec d'autres systèmes.

Les ADAS ont besoin de différents types de capteurs pour obtenir les informations nécessaires à l'identification des dangers potentiels et tenter de les éviter activement.

Nous décrivons ici certains d'entre eux :

Les capteurs à ultrasons sont des dispositifs qui émettent et reçoivent des impulsions ultrasoniques et acquièrent la distance en convertissant l'impulsion ultrasonique en impulsion électrique. Ces capteurs sont utilisés pour les mesures de proximité.

Les GPS sont des capteurs d'odométrie qui estiment les changements de position dans le temps.

Le LiDaR (Laser Imaging Detection and Ranging) est utilisé pour surveiller l'environnement de la voiture. La distance entre les objets est mesurée à l'aide d'un laser.

Des caméras pour surveiller l'environnement de la voiture. Elles fournissent des informations vitales et détaillées sur l'environnement du véhicule. Les caméras peuvent également être utilisées dans des applications de vision stéréoscopique fournissant des informations de profondeur à partir de plusieurs caméras combinées.

Les capteurs radar fournissent également des informations sur l'environnement du véhicule. Le RADAR cartographie l'environnement à l'aide d'ondes radio.

## 4. COMPRENDRE LES DIFFERENTS FABRICANTS DES SYSTEMES ET DEFINITIONS

### A. SÉCURITÉ / SAFETY

Systèmes intégrés dans les véhicules qui pourraient améliorer la sécurité routière en termes d'évitement des collisions, de réduction de leur gravité, de protection et de phases post- collision ;

### B. ACTIF / ACTIVE

Les systèmes, comme le terme l'indique, qui jouent un rôle préventif dans la réduction des collisions et des accidents en fournissant un avertissement préalable ou en offrant au conducteur une assistance supplémentaire pour diriger/contrôler le véhicule, sont également appelés "système de sécurité primaire". Quelques exemples : Systèmes de freinage antiblocage (ABS), contrôle électronique de la stabilité (ESC), système de surveillance de la pression des pneus (TPMS), système d'alerte de franchissement de ligne (LDWS), régulateur de vitesse adaptatif (ACC), système de surveillance du conducteur (DMS), détection de l'angle mort (BSD) et système de vision nocturne (NVS).

### C. PASSIF / PASSIVE

Les systèmes qui jouent un rôle dans la limitation des dommages causés au conducteur, aux passagers et aux piétons en cas de collision ou d'accident, comme les airbags, les ceintures de sécurité, les systèmes de protection contre le coup du lapin, etc. A ce jour, sur le marché, il existe différentes explications sur les systèmes actifs et passifs.

## 5. IDENTIFICATION DU VEHICULE AVEC LES FONCTIONS DES ADAS ET LES COMPOSANTS CONNEXES

### A. UTILISATION D'UN DISPOSITIF DE DIAGNOSTIC POUR ÉTABLIR DES CARACTÉRISTIQUES

#### Gateway / Contrôles globaux

En effectuant un contrôle global, il est possible d'identifier si les systèmes responsables des fonctions ADAS sont installés dans le véhicule, par exemple : Régulateur de vitesse adaptatif ; reconnaissance des panneaux de signalisation ; aide au changement de voie ; freinage d'urgence ; détection des piétons ; aide au stationnement ; alerte de collision arrière ; vue périphérique ; surveillance des angles morts ; alerte de circulation transversale arrière).

#### Codes d'erreur

Une fois identifiée la liste des systèmes liés à l'ADAS, la lecture des codes de défaillance de ces systèmes permet de détecter les anomalies du système ou les problèmes liés à un mauvais étalonnage.

#### Paramètres

Grâce aux données en direct, il est possible d'effectuer un diagnostic spécifique du système, pouvant-être guidé par les outils d'analyse. Par exemple, pour les caméras, les données pertinentes sont liées aux angles de roulis, de lacet et de tangage. Codage

Le codage est dans certains cas nécessaire si les composants doivent être remplacés en raison d'une défaillance. Par exemple : Caméra avant, capteur radar, capteur radar latéral.

### B. IDENTIFIER LES CAMERAS

#### Front Mono et Stereo

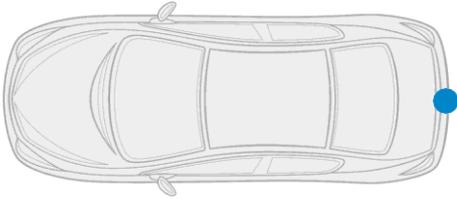


La caméra mono et stéréo est installée sur le pare-brise, près du rétroviseur, et remplit les fonctions suivantes :

- Aide au changement de voie
- Prévention des collisions
- Détection des piétons
- Reconnaissance des panneaux de signalisation

Avec l'outil de diagnostic, il est possible d'identifier si le système de caméra mono/stéréo est installé et il peut également être possible d'identifier le type de caméra installé (avec un objectif unique). Par exemple, il est possible, au moins dans certains véhicules Mercedes, de monter alternativement les deux systèmes.

## Arrière

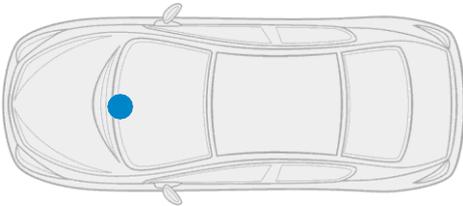


La caméra arrière est normalement placée près des feux de la plaque d'immatriculation et remplit les fonctions suivantes :

- Aide au stationnement
- Vue d'ensemble

Avec l'outil de diagnostic, il est possible d'identifier si le système de caméra de recul est installé, en effectuant un contrôle global.

## Avant



La caméra frontale est généralement installée en position centrale au-dessus du pare-chocs avant, et remplit les fonctions suivantes :

- Aide au stationnement
- Vue d'ensemble



Avec l'outil de diagnostic, il est possible d'identifier si le système de caméra frontale est installé, en effectuant un contrôle global.

## Rétroviseur extérieur



Si le véhicule est équipé de la fonction d'angle mort, le rétroviseur extérieur porte normalement une lampe spécifique qui avertit le conducteur si un véhicule s'approchant par l'arrière se trouve dans l'angle mort. Avec le diagnostic, il est possible d'identifier le système d'angle mort par des contrôles globaux, le système est composé de deux radars moyens/courts positionnés sur les côtés du pare-chocs arrière ou des deux caméras positionnées sous les

rétroviseurs extérieurs.

Ces caméras remplissent les fonctions suivantes :

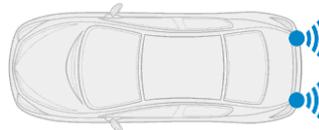
- Aide au stationnement
- Vue d'ensemble
- alerte d'angle mort

## C. IDENTIFIER LA POSITION ET LE TYPE DE RADAR

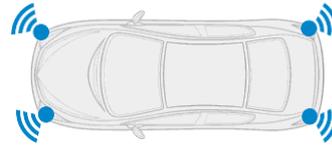
### Avant



### Arrière



### Côté



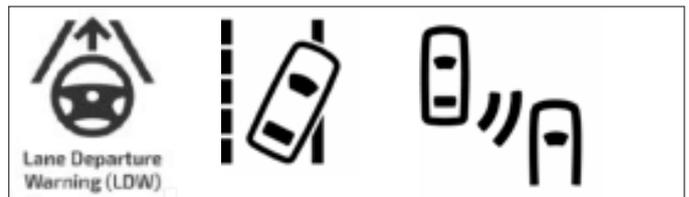
## Types



## D. IDENTIFIER LES SYMBOLES SUR LE TABLEAU DE BORD OU LES COMMANDES DU CONDUCTEUR

### LDW

### Proximité



## 6. TEST ET DIAGNOSTIC DES ADAS

### A. CALIBRATION DU CAPTEUR ADAS

L'étalonnage des capteurs ADAS est nécessaire chaque fois que la visée d'un capteur est perturbée d'une manière ou d'une autre. Cela peut se produire à la suite d'une collision, même d'un petit accrochage, ou lors de travaux d'entretien courants tels que le remplacement du pare-brise, la réparation de la suspension ou l'alignement des roues. L'étalonnage est également nécessaire lorsqu'un capteur ou son support de montage est retiré et remplacé, lorsqu'il y a un changement de pneu, lorsqu'un airbag avant dévie du pare-brise ou lorsque des réparations sont effectuées sur le toit d'une voiture sur lequel un support de capteur est monté. Enfin, l'étalonnage d'un capteur est nécessaire lorsqu'un code de problème de diagnostic (DTC) est présent dans la mémoire de l'ordinateur de la voiture, ou lorsqu'un constructeur automobile publie un bulletin de service technique indiquant que l'étalonnage doit être effectué dans le cadre d'une autre réparation. Le remplacement et l'étalonnage des capteurs font souvent partie des réparations de la carrosserie. **Les constructeurs automobiles recommandent aux concessionnaires d'effectuer un diagnostic complet sur chaque véhicule avant de commencer les réparations, puis une nouvelle fois lorsque le travail est terminé.** Cela aidera l'atelier de carrosserie à confirmer que tous les problèmes ont été résolus, que l'étalonnage des capteurs ADAS est terminé et que les systèmes de contrôle du véhicule communiquent correctement avant que la voiture ne soit rendue au client.

L'étalonnage des capteurs ADAS est un processus exigeant une grande précision, et il est souvent complexe et long. Certains capteurs peuvent être calibrés dans un atelier de réparation, d'autres exigent que le véhicule soit conduit sur route, et beaucoup d'autres encore nécessitent les deux procédures. Le temps nécessaire peut varier de 15 minutes à une heure ou plus, selon les exigences spécifiques de l'étalonnage.

### B. PRÉPARATION DE L'ATELIER

Les prestataires de services indépendants qui souhaitent effectuer l'étalonnage des capteurs doivent investir dans certains outils nécessaires : Les informations de service décrivant l'équipement et les procédures nécessaires pour calibrer les capteurs ADAS sur une année, une marque et un modèle de véhicule donnés. Ces informations peuvent être disponibles sur le marché des pièces détachées, mais parfois elles doivent être obtenues auprès du constructeur du véhicule. Les exigences d'étalonnage peuvent être déterminées en effectuant une recherche sur les exigences d'étalonnage des équipementiers ou en utilisant les liens vers les informations de service des équipementiers.

Un outil d'analyse qui prend en charge l'étalonnage des capteurs ADAS. Les outils d'analyse des constructeurs de véhicules peuvent effectuer les opérations nécessaires pour tous les véhicules et capteurs d'un constructeur spécifique. Les capacités des outils d'analyse du marché secondaire varient considérablement, mais certains appareils sont capables de travailler avec des véhicules et des capteurs de différents constructeurs. Des outils spéciaux conçus exclusivement pour l'alignement des capteurs ADAS sont également disponibles.

Un grand espace intérieur pavé, avec un éclairage non éblouissant et un cadre bien rangé et exempt d'objets métalliques (calibrage du radar) pourraient interférer avec le processus de calibrage, ainsi qu'une baie d'alignement des roues.

Certaines procédures de réparation peuvent exiger ou recommander un alignement des quatre roues avant le calibrage des capteurs ADAS, afin de s'assurer que la ligne de poussée du véhicule et le système de direction sont alignés conformément aux spécifications du constructeur du véhicule. Les capteurs ADAS sont ensuite étalonnés en se référant correctement à cette ligne de poussée.

### C. PRÉPARATION DU VÉHICULE

Avant d'étalonner un capteur ADAS, un véhicule doit être préparé tel que défini par le constructeur automobile. Les exigences les plus courantes sont les suivantes :

- Conditionnement du chargement conformément aux spécifications de l'équipementier (pas d'objets lourds dans la voiture, réservoir de carburant plein).
- Pneus gonflés aux pressions recommandées ;
- Hauteur de caisse du véhicule avant et arrière conforme aux spécifications ;
- Pare-brise propre devant le capteur de la caméra (le cas échéant) ;
- Enlèvement de la protection du capteur radar (le cas échéant) ;
- Centrage du système de direction
- Réglage de la géométrie des quatre roues (si spécifié).

### D. MÉTHODES DE CALIBRAGE

Il existe deux types d'étalonnage ADAS, statique et dynamique. Dans tous les cas, les procédures et instructions spécifiées par le constructeur du véhicule doivent être suivies à la lettre.

#### Étalonnage en atelier (statique)

L'étalonnage des capteurs statiques commence par l'établissement de la ligne de poussée du véhicule, à l'aide de méthodes de mesure manuelles et d'outils spéciaux. Dans de nombreux cas, les outils sont alignés avec les moyeux des roues avant et arrière. Des projecteurs laser sont souvent utilisés pour garantir un alignement parfait.

Ensuite, une ou plusieurs cibles de visée spéciales sont positionnées à des endroits bien définis par rapport à la ligne de poussée et au capteur. Les cibles doivent être à une hauteur spécifique, et beaucoup d'entre elles sont conçues pour être utilisées avec des supports de montage réglables spéciaux.

Les cibles de visée des caméras sont généralement des images à motifs en noir et blanc disponibles dans le commerce ou, dans certains cas, pouvant être simplement téléchargées à partir de sites Web d'information sur les services.

L'étape finale consiste à lancer le processus de visée en utilisant un outil de balayage d'origine ou un équivalent du marché secondaire. Le processus se déroule alors automatiquement, et l'outil de balayage indique quand il a été mené à bien.

#### Calibrage sur route (dynamique)

L'étalonnage dynamique est généralement la méthode préférée pour les capteurs caméras, et c'est parfois la seule qui soit spécifiée et nécessaire. Les capteurs radar, en revanche, nécessitent souvent un réglage statique suivi d'une procédure sur route. L'étalonnage dynamique implique de lancer le processus avec un outil de balayage d'origine, ou un équivalent du marché secondaire, puis de conduire la voiture sur des routes avec un marquage clair des voies pendant 5 à 30 minutes dans une certaine plage de vitesse.

Certains systèmes peuvent être mieux calibrés dans des conditions de trafic très faible, tandis que d'autres se calibrent plus rapidement lorsque les capteurs détectent de nombreux objets. Les instructions d'étalonnage du fabricant du véhicule fourniront des informations sur le processus optimal. Souvent, l'étalonnage ne peut pas être effectué si la pluie ou la neige obscurcit les marquages des voies, ou si d'autres facteurs rendent impossible ou dangereux de conduire aux vitesses requises.

## Calibrage de la caméra de vision panoramique

L'étalonnage des caméras de surveillance est nécessaire lorsqu'une ou plusieurs caméras sont remplacées, ou lorsqu'une pièce de montage (grille, rétroviseur extérieur, porte, pare-chocs) est retirée et remplacée. L'étalonnage des caméras de vision périphérique est généralement une procédure statique en atelier. De grands tapis à motifs sont placés autour du véhicule et un outil de balayage d'origine est utilisé pour lancer le processus de calibrage. Certains systèmes de vision périphérique utilisent un processus dynamique sur route au cours duquel la voiture doit être conduite lentement sur la route dans des conditions de conduite spécifiques.

## Calibrage du capteur d'angle de braquage

L'étalonnage du capteur d'angle de braquage peut être nécessaire après le déploiement d'un airbag, des réparations structurelles ou un alignement des roues. Le processus implique généralement de placer la roue en position droite, puis d'utiliser un outil de balayage d'origine, ou un équivalent du marché secondaire, pour remettre à zéro le signal du capteur.

## 7. REPARATION DES ADAS

### A. PROCESSUS DE BALAYAGE AVANT RÉPARATION

Il est également connu sous le nom de Pre-Scan ou Health Scan. Il s'agit d'une étape du processus d'analyse des dommages et d'établissement de l'état des lieux visant à identifier les erreurs, les défauts et/ou les dommages qui peuvent ou non être liés à la collision. Il est également destiné à saisir les codes de diagnostic (DTC) : il s'agit de codes que le système de diagnostic embarqué (OBD) de la voiture utilise pour détecter d'éventuels problèmes. Chaque code correspond à un défaut détecté dans la voiture. Lorsque le véhicule identifie un problème, il active le code de défaut correspondant.

L'analyse avant réparation n'est pas possible si le système électrique de 12 volts et les réseaux de communication du véhicule sont désactivés ou ne peuvent pas être maintenus tout au long du processus. Si le scanner de pré-réparation n'est pas possible en raison des dommages subis par le véhicule, il doit être entrepris dès que l'état d'avancement des réparations permet de le faire en toute sécurité.

### B. LE PROCESSUS

Obtenir l'accord du client pour scanner le véhicule et pour partager les données avec les autres parties concernées, telles que le(s) technicien(s) de sous-location, l'assureur et le personnel de l'atelier de réparation. Vérifiez les témoins lumineux de dysfonctionnement (MIL) et/ou les messages de l'écran d'information.

Le système électrique de 12 volts doit être activé pour détecter tout témoins lumineux de dysfonctionnement.

Même s'il y a un dommage, tous les systèmes n'allument pas de témoins lumineux de dysfonctionnement. Documentez tous les témoins lumineux de dysfonctionnement et/ou messages d'affichage d'information. Identifier l'ADAS, par l'utilisation de :

#### Un outil de scan d'origine.

- Il identifie tous les modules et les données de construction ;
- Il s'agit du modèle de l'année en cours ;
- Il peut effectuer tous les programmes/scans/ étalonnages/ initialisations.
- Un outil de scan après-vente.
- Il se peut qu'il ne couvre pas l'année modèle la plus récente ;
- Il peut ne pas être en mesure d'identifier/communiquer avec tous les modules ;
- L'équipementier ne peut pas tester ou approuver les outils d'analyse du marché secondaire.
- Informations sur les réparations OEM (Original Equipment Manufacturer) et données de construction VIN (Vehicle Identification Number).

#### Détecter les fonctions ADAS dont le véhicule est équipé.

- Identifiez le positionnement et le type de caméra(s) : mono, stereo, pare-brise, arrière, avant, rétroviseur extérieur.
- Identifiez le positionnement et le type de radar(s) : avant, arrière, latéral.

### Documenter toutes les caractéristiques de l'ADAS

#### Documenter tout dommage potentiel à l'ADAS

#### Identifier les exigences d'étalonnage / initialisation / réglage pour les pièces ADAS, y compris celles soumises aux processus de retrait et d'insertion (R&I).

- Utilisez la recherche des exigences d'étalonnage des équipementiers.
- Les informations de l'OEM sont nécessaires pour réaliser l'opération.

#### Détecter les interrupteurs d'activation et de désactivation.

- L'activation/désactivation peut être nécessaire pour certaines procédures de calage.
- Si le système est éteint, il peut être impossible d'effectuer l'étalonnage.
- Les systèmes qui peuvent être activés/désactivés doivent être documentés.

#### Effectuez le balayage avant réparation.

#### Documenter les DTCs (Diagnostic Trouble Codes) et autres données.

- Les informations relatives à la boîte noire et la vitesse de création de l'accident ne sont pas incluses. Le cas échéant
- Les CPT en cours, actuels et passés sont inclus.

#### Accédez aux informations de l'équipementier pour identifier les systèmes affectés par les DTCs.

#### Déterminer les DTC potentiellement liés et non liés.

- Mettre en évidence les DTC pertinents pour l'ADAS
- Vérifiez les cycles clés, les horodatages et les données d'arrêt sur image.
- Des exemples figurent à l'ANNEXE A

### C. ÉTALONNAGE(S) POST-RÉPARATION ET POST-SCANNING PROCESSUS.

#### Scanner post-réparation : définition

Il est également connu sous le nom de Post-Scan. Il s'agit d'un processus visant à garantir que tous les codes d'anomalie du système du véhicule, qu'ils soient liés ou non à la collision et qu'ils soient définis pendant le processus de réparation, ont été identifiés et effacés.

Un essai de conduite peut être nécessaire avant d'effacer certains codes. En effet, certains d'entre eux peuvent n'apparaître qu'une seule fois après avoir atteint certaines distances de conduite, certains cycles de touches ou d'autres paramètres. Calibrage/Initialisation après réparation (PRC/I) : définition

Il s'agit d'une étape nécessaire après la dépose, l'installation et/ou la réparation de nombreuses pièces du système de sécurité et de confort du conducteur. Elle peut également être nécessaire en cas

d'endommagement/choc des emplacements de montage, de retrait et d'installation (R&I) ou de retrait et de remplacement (R&R) des caméras/capteurs/emplacements de montage, de R&I ou de R&R des pièces situées devant ou derrière les caméras et/ou les capteurs, ou de R&I ou de R&R des panneaux de fermeture/de garniture.

Afin de déterminer si un étalonnage après réparation est nécessaire, il est obligatoire d'accéder aux informations du fabricant.

Même si un fabricant d'outils du marché des pièces de rechange confirme que son outil de balayage offre les capacités d'étalonnage/initialisation requises pour le véhicule et l'année-modèle concernés, des outils spéciaux et/ou un essai de conduite conformément aux paramètres prescrits par le constructeur du véhicule peuvent être nécessaires.

L'étalonnage/initialisation après réparation peut également être appelé health check, module set up, réapprentissage ou étalonnage au point zéro.

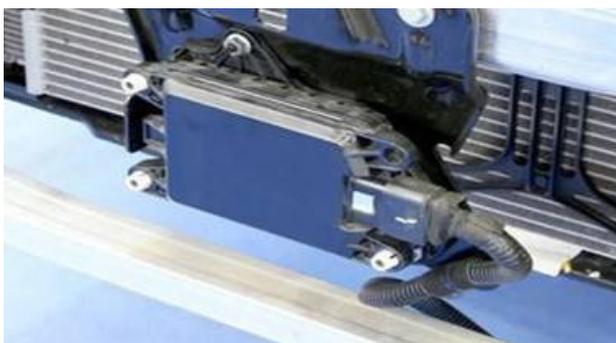
## D. RÉPARATION ET RECALIBRAGE DE L'ADAS APRÈS UNE COLLISION FRONTALE

La collision frontale est l'un des types d'accidents les plus graves. Étant donné que les systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS) utilisent des pièces réparties sur l'ensemble du véhicule et qu'une collision frontale peut affecter la quasi-totalité du véhicule, vous devrez probablement effectuer des étalonnages pour plusieurs systèmes lorsque vous réparerez une voiture après une collision frontale.

### Régulateur de vitesse adaptatif

Le régulateur de vitesse adaptatif est présent sur de nombreuses voitures neuves vendues aujourd'hui et il s'agit donc d'un ADAS que vous rencontrerez fréquemment lors de vos réparations. Ce système utilise des capteurs radar pour détecter la distance entre le véhicule et le trafic qui le précède, et il maintient automatiquement la distance optimale. Lorsque les capteurs radar détectent que la vitesse du trafic a changé, le véhicule ajuste automatiquement sa propre vitesse. Les capteurs radar sont généralement placés à l'avant du véhicule, soit près du pare-chocs, soit cachés derrière la calandre. Après une collision frontale, ces capteurs doivent généralement être remplacés, puis ils doivent être correctement calibrés.

### Avertisseur de collision frontale et freinage automatique



Ce système est conçu pour éviter les chocs frontaux ou du moins pour aider à réduire la gravité d'un choc en diminuant la vitesse du véhicule. Ce système utilise des capteurs radar pour détecter la distance relative et le changement de vitesse du trafic qui précède, et il peut freiner automatiquement si une collision imminente est détectée. Outre les dommages causés aux capteurs radar, une collision avant peut également affecter la suspension et endommager les freins. Il est évident que cela nécessitera un calibrage des systèmes ADAS.

## Aide au maintien de la trajectoire



Les collisions frontales peuvent souvent être suffisamment graves pour endommager le pare-brise d'une voiture, ce qui signifie qu'il devra être remplacé. Lorsque le pare-brise n'est pas remplacé, les caméras frontales doivent être recalibrées. L'assistance au maintien dans la voie utilise des caméras pour détecter les marquages de voie sur la route. Si le conducteur commence à quitter la voie sans signaler sa présence, le système émet une alerte. Si aucune mesure corrective n'est prise (par le conducteur), le système peut fournir de petits ajustements automatiques de la direction et du freinage pour remettre le véhicule sur la bonne voie. Ce système nécessite souvent un étalonnage statique, au cours duquel les caméras sont orientées vers des réflecteurs et des panneaux de signalisation. D'autres fois, ce type de réparation implique un calibrage dynamique, ce qui signifie que quelqu'un doit conduire la voiture sur la route et permettre aux caméras de détecter les marquages de la voie.

Ces étalonnages sont les réparations les plus courantes que vous rencontrerez lorsque vous réparerez un véhicule impliqué dans une collision frontale, mais vous devez vérifier chaque système du véhicule car les collisions frontales affectent souvent plusieurs systèmes en raison de la force de l'impact.

## E. LE REMPLACEMENT ET L'AMÉNAGEMENT DE VITRAGES AUTOMOBILES POUR LES VÉHICULES ÉQUIPÉS D'ADAS À ÉCRAN

Les caméras orientées vers l'avant et installées derrière le pare-brise sont l'un des capteurs les plus courants sur lesquels s'appuient les dispositifs de sécurité ADAS pour fonctionner correctement, par exemple pour détecter les piétons, les cyclistes, les panneaux de signalisation et les marquages au sol. Les caméras doivent connaître leur propre positionnement par rapport à la ligne de poussée du véhicule : ce n'est qu'à cette condition qu'elles peuvent mesurer avec précision les coordonnées des autres objets sur la route et, par conséquent, aider le cerveau du véhicule à prendre la décision adéquate. Si les caméras ne sont pas bien alignées, les systèmes risquent de ne pas intervenir de manière appropriée ou d'alerter le conducteur sur une situation dangereuse ou à risque. C'est pourquoi de nombreux constructeurs exigent que ces systèmes soient calibrés après le remplacement du pare-brise.

L'objectif de cette section est de définir les meilleures pratiques pour le remplacement ou le rééquipement du pare-brise des véhicules équipés de capteurs ADAS montés sur l'écran, et de garantir le bon fonctionnement des fonctions ADAS après l'exécution de l'un ou des deux processus mentionnés ci-dessus.

### Compréhension du processus de remplacement

- Déterminez si le véhicule est équipé de fonctions ADAS.
- Déterminez quelle(s) fonction(s) ADAS nécessite(nt) un étalonnage des capteurs.
- Déterminez quel type d'étalonnage est nécessaire : statique, dynamique ou une combinaison des deux.
- Définir quelles sont les méthodes et les équipements nécessaires.

### Sensibilisation

- Assurez-vous que le client est conscient d'avoir un véhicule équipé de systèmes ADAS et que ces systèmes ADAS doivent fonctionner correctement pour maintenir l'homologation du véhicule.

- Assurez-vous que le client est informé de la nécessité de calibrer les capteurs conformément aux recommandations du constructeur du véhicule après le remplacement du pare-brise.
- Assurez-vous que le client est conscient du fait que les fonctions ADAS peuvent être compromises et qu'il ne doit pas compter sur leur bon fonctionnement, après le remplacement du pare-brise, jusqu'à ce que le système soit calibré.

## Clarifier pour le client

- Si vous pouvez calibrer ses fonctions ADAS, soit en utilisant votre propre technologie, soit en faisant appel à un sous-traitant ;
- Qu'autrement, il sera responsable de faire calibrer le système en faisant appel, par exemple, à son concessionnaire local ; et
- Qu'il peut être tenu responsable de tout événement résultant de son défaut d'étalonnage.

## Fournir au client une communication écrite sur la technologie ADAS de son véhicule, en précisant :

- La nécessité d'un étalonnage, y compris la manière dont les systèmes ADAS de son véhicule seront étalonnés si cette opération est entreprise ou gérée par vous en tant que prestataire de services ;
- La nécessité de faire étalonner le système par quelqu'un d'autre si vous n'êtes pas en mesure de le faire dans le cadre de votre service ;
- Qu'il ne doit pas se fier au bon fonctionnement des systèmes ADAS tant qu'ils n'ont pas été calibrés avec succès ;
- qu'il peut être tenu responsable si un événement indésirable se produit à la suite de son manquement à l'étalonnage ; et
- Que sa compagnie d'assurance devrait être informée de la situation.

## Planification du travail

- Les véhicules nécessitant un étalonnage statique doivent être réparés dans une installation appropriée.
- Assurez-vous que le pare-brise de remplacement commandé/mis en place présente la qualité optique adéquate pour que les systèmes ADAS fonctionnent comme recommandé par le constructeur du véhicule.
- Informez le client que, si son véhicule nécessite un étalonnage dynamique, il devra effectuer un essai routier plus long sur la voie publique afin d'achever le processus d'étalonnage.
- Si l'étalonnage ne peut être effectué au moment du service de remplacement du pare-brise, il sera nécessaire de fixer un autre rendez-vous.
- Assurez-vous que la technologie d'étalonnage correcte est disponible au moment de l'entretien.

## Exécution du travail

- Effectuer une pré-inspection, à l'aide d'un outil de diagnostic.
- Sensibiliser le client aux codes d'erreur non ADAS (interprétation des codes d'erreur et des problèmes du client, tels que, par exemple, un mauvais bouton pressé).
- L'étalonnage ne doit avoir lieu qu'une fois que le véhicule a atteint le temps minimum d'autonomie du système adhésif (MDAT).
- Calibrez le système comme il convient.
- Assurez-vous d'avoir à votre disposition l'équipement d'étalonnage nécessaire, qui comprend : (i) les exigences de base ; (ii) les exigences du constructeur du véhicule ; (iii) les cibles du constructeur du véhicule ; (iv) les radars doppler ; (v) les alignements de radars ; (vi) les tapis de cibles pour les systèmes à 360 degrés, (vii) les cibles de radars arrière.
- Imprimez le certificat d'étalonnage.
- Remettez au client une copie du certificat d'étalonnage et conservez-en une autre pour vos archives.

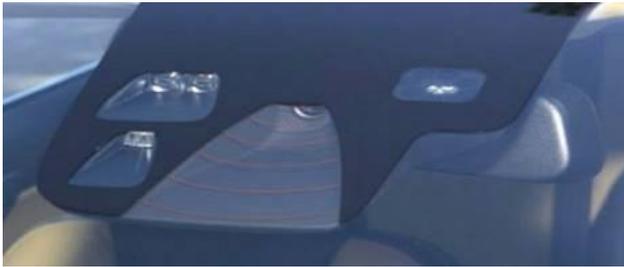
## Solution d'étalonnage

- Pour un étalonnage en interne, vous devez investir dans les outils de diagnostic et d'étalonnage appropriés.

## F. RÉPARATION DES PARE-CHOC

- Instructions de peinture du pare-chocs dans la zone du module de commande d'assistance au changement de voie
- Pour éviter les dysfonctionnements des modules liés au radar, vous devez prêter attention aux paramètres suivants lorsqu'il s'agit de peindre le pare-chocs :
  - Ne dépassez pas l'épaisseur maximale de la couche de peinture de 150 µm dans la zone du module de commande ;
  - Une réparation plastique ne peut être effectuée dans cette zone à une distance minimale de 25 cm ;
  - Le lissage ne peut être effectué dans cette zone à une distance minimale de 25 cm ;
- La triple peinture n'est pas autorisée sur le couvercle du pare-chocs ;
- Avant de commencer la peinture, vérifiez, à l'aide d'une meule, si le pare-chocs a déjà été repeint ;
- Les réparations ponctuelles de la zone des modules de commande ne sont pas autorisées.

## 8. CALIBRATION DES ADAS



**Le processus d'étalonnage des ADAS est vital pour les performances de ces systèmes et il est nécessaire de garantir leur bon fonctionnement et donc la sécurité des personnes.**

Il incombe aux services techniques d'acquiescer la formation et l'équipement nécessaires pour garantir la bonne exécution de ces travaux.

**Ils doivent être étalonnés lors de toute opération d'entretien, de réparation ou de réglage du véhicule susceptible d'influencer le fonctionnement des systèmes.**

En voici quelques exemples :

- Montage d'un essuie-glace de spécification incorrecte.
- Après la réparation ou le remplacement de l'unité de contrôle
- Lorsque l'Unité de Contrôle montre une erreur de calibration ou similaire dans le diagnostic
- Après avoir modifié la hauteur de la suspension pour le niveau de conduite

Pour assurer un calibrage correct, il est nécessaire de disposer d'un équipement adéquat préparé à cet effet. Selon le constructeur du véhicule, il s'agira uniquement de l'outil de diagnostic. Par ailleurs, une combinaison avec un équipement spécial de calibration ADAS (panneaux, structure, laser, échelles de mesure, outils d'accouplement pour les roues...) pourrait être nécessaire.

Il existe deux types d'étalonnage pour ces composants : statique et dynamique.

### A. STATIQUE :

Réalisé avec le véhicule garé et en combinant l'outil de diagnostic avec l'équipement de calibration ADAS. Il est nécessaire d'aligner l'équipement ADAS avec l'essieu moteur du véhicule et de s'appuyer sur l'outil de diagnostic pour que l'unité de contrôle enregistre et apprenne les nouveaux objectifs.

### B. DYNAMIQUE :

Il est effectué en roulant avec l'aide de l'outil de diagnostic. Le véhicule suit un certain parcours à une certaine vitesse jusqu'à ce que l'Unité de Contrôle considère qu'elle a déjà rétabli et appris les objectifs pour son parfait fonctionnement.

### C. ÉTAPES TYPIQUES POUR EFFECTUER UN ÉTALONNAGE STATIQUE :

Il est nécessaire de remplir certaines conditions initiales :

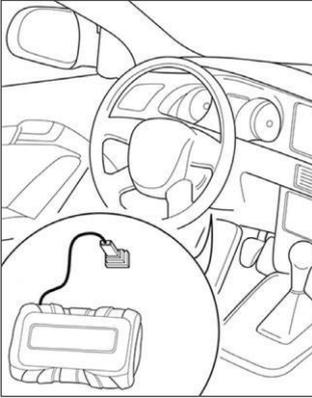
- Choisissez un endroit éclairé mais protégé des rayons du soleil.
- Véhicule garé sur une surface plate et modérément plane
- Pneus en parfait état et à une pression optimale
- Direction centrée
- Vérifiez la propreté et le parfait état de la face du radar et de la partie de l'essuie-glace où est installée la caméra.
- Suspension au niveau de la conduite (de préférence téléchargée)
- Il est supposé que le véhicule présente un alignement correct des roues et des essieux en parfait état.
- Centrez et alignez la structure à l'aide de dispositifs en kit.
- Calibrez les angles d'inclinaison du radar à l'aide du laser et de l'échelle de mesure disponibles dans le kit, ainsi que de l'outil de diagnostic.
- Calibrez la caméra à l'aide des panneaux ADAS et de l'outil de diagnostic.
- Examen ultérieur du comportement correct des systèmes. Test de conduite.

## 9. EQUIPEMENT DE CALIBRAGE

### A. EXIGENCES DE BASE

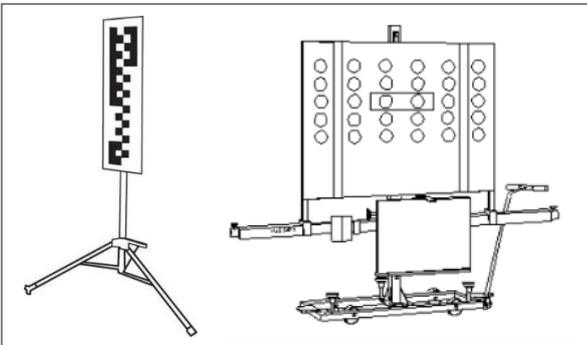
Il est nécessaire de vérifier et de calibrer un système ADAS :

- i. Outil de diagnostic connecté au port EOBD pour communiquer avec le capteur de l'ECU.



- ii. Un cadre principal où positionner les références cibles du constructeur automobile
- iii. Objectif spécifique du constructeur du véhicule pour le modèle de système de sécurité/véhicule à calibrer.
- iv. Equipement pour positionner correctement la cible en termes d'alignement, de centrage, de hauteur, de distance par rapport au véhicule selon les exigences de la VM : mètre, pointeurs laser de distance, laser à lame, capteurs CCD...
- v. Outils spécifiques pour régler mécaniquement les capteurs du système de sécurité : tournevis, clé Allen, niveau d'eau...

#### Exemple d'unité centrale



### B. EXIGENCES VM

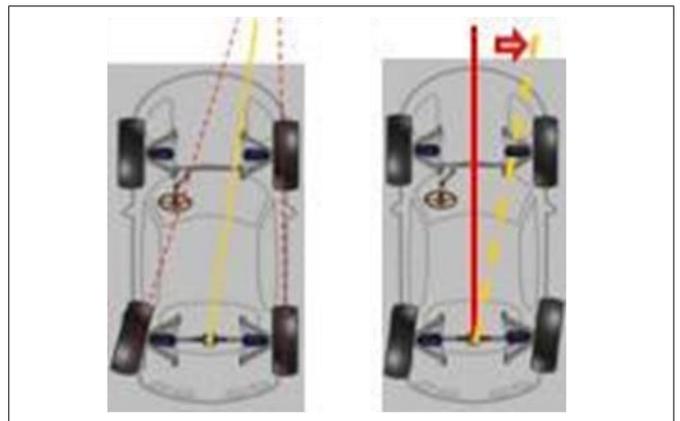
- i. Vérifiez l'alignement des roues du véhicule, les angles de carrossage et de chasse doivent se situer à l'intérieur de la plage de valeurs spécifique ; le mauvais alignement d'un véhicule peut avoir un effet sur le fonctionnement incorrect des capteurs ADAS.
- ii. Réglez manuellement la suspension en agissant sur l'avant et l'arrière du véhicule afin de stabiliser l'assiette.
- iii. S'il y a des suspensions électroniques, démarrez le moteur et réglez-les sur Normal ou Confort et attendez que le véhicule ait effectué la manœuvre.
- iv. L'étalonnage doit être effectué sur une surface nivelée.
- v. La valeur de la pression du pneu doit être celle indiquée par le fabricant.
- vi. L'usure des pneus doit être homogène

- vii. Les roues doivent être droites et le volant doit être positionné au centre : vérifiez dans le testeur de diagnostic que la valeur du paramètre d'angle de braquage dans l'unité de commande de la direction assistée ou dans l'unité de commande ABS / capteur d'angle de braquage est de 0 degré.
- viii. Le pare-brise doit être propre
- ix. Personne à l'intérieur de la voiture
- x. Le frein de stationnement doit être serré avec la boîte de vitesses en position neutre.
- xi. L'alimentation doit être supérieure à 12V.
- xii. Réservoir de carburant plein.

#### IMPORTANT DE L'ALIGNEMENT DES ROUES

Lorsque le véhicule est en mouvement, dans les différentes conditions d'utilisation, il existe de multiples forces qui interviennent pour modifier l'alignement géométrique du véhicule lui-même. En ajustant les angles selon les données du constructeur, ces variations sont prises en compte pour atteindre le parfait équilibre de ces forces et leur application en mouvement. Un alignement correct des roues contrôle la réaction des forces du véhicule pendant le mouvement. Les angles des roues, comme le carrossage et le pincement, ont des effets sur la conduite. Une condition de ligne de poussée existe lorsque le pincement individuel arrière n'est pas égal. La ligne de poussée peut être définie comme une ligne bissectrice du pincement arrière, ou simplement comme la direction vers laquelle les roues arrière sont orientées. La ligne de poussée détermine la position "droit devant" des roues avant : c'est donc la référence la plus précise pour mesurer ou régler les roues avant. Lorsqu'un véhicule à quatre roues commence à se déplacer, les roues avant suivent toujours en se positionnant parallèlement aux roues arrière. N'ignorez pas l'angle de poussée sur les suspensions arrière non réglables ! Sans mesurer l'angle de poussée, vous ne pouvez pas régler le volant droit.

L'angle de poussée est formé en comparant la ligne de poussée avec l'axe géométrique.



La ligne de poussée définit l'axe de conduite du véhicule, donc la valeur de l'angle de poussée doit être dans la plage VM pour garantir la bonne direction du véhicule.

### C. LES CIBLES VM

Les objectifs des constructeurs automobiles sont demandés pour calibrer des fonctions telles que l'alerte de franchissement de ligne, l'assistance au maintien dans la voie, réalisées par une caméra. Chaque constructeur automobile exige un objectif cible avec son

motif, son design et sa forme spécifiques. Il doit être positionné selon les spécifications VM.

Le modèle dépend de :

- Technologie/type du système de sécurité-composant installé
- Géométrie du véhicule
- Positionnement du composant dans le véhicule
- Fonctionnalité et performance du système de sécurité

## D. DOPPLERS RADAR

Utilisé principalement pour l'étalonnage des capteurs radar de détection des angles morts et d'assistance au changement de voie.



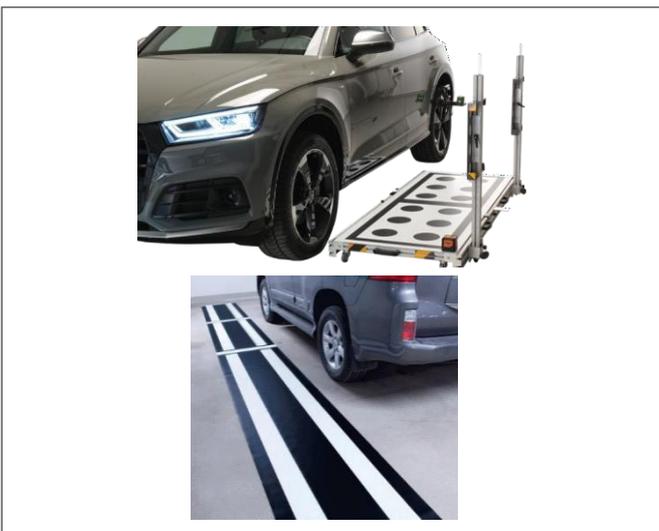
## E. ALIGNEMENTS RADAR

Utilisé pour l'étalonnage des capteurs du régulateur de vitesse adaptatif pour l'étalonnage des systèmes de détection des angles morts.



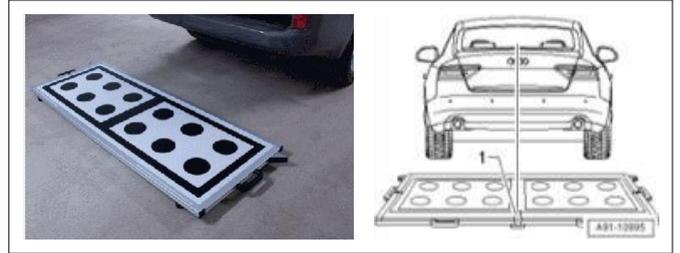
## F. MATS CIBLES

Utilisé pour les systèmes d'étalonnage des caméras à 360 degrés et des caméras de surveillance des environs.



## G. CIBLES DE LA CAMÉRA ARRIÈRE

Utilisé pour l'étalonnage de la fonction d'assistance au stationnement



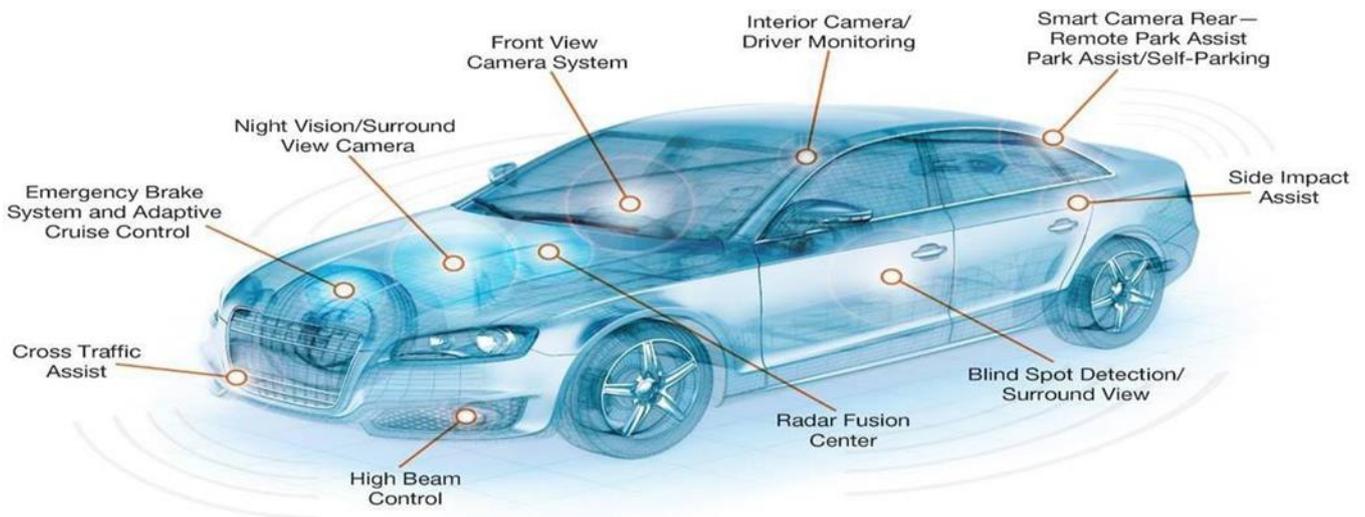
## 10. CE QUE NOUS POUVONS ATTENDRE A L'AVENIR

À l'avenir, alors que les véhicules deviendront de plus en plus automatisés et autonomes, soit dans le cadre d'exigences législatives obligatoires, soit en tant que nouveaux systèmes à valeur ajoutée proposés par un constructeur automobile, la capacité à diagnostiquer et à réparer les composants et systèmes ADAS exigera de nouvelles compétences pour l'atelier et le technicien.

Nous pouvons nous attendre à des exigences accrues en matière de formation technique, d'outils et de procédures de réparation spécialisés et à la possibilité de montrer sans ambiguïté que la réparation et l'étalonnage ont été entièrement et correctement effectués.

Ces exigences sont nécessaires pour montrer que les systèmes d'aide à la conduite fonctionnent selon leurs critères de conception d'origine, que le véhicule peut être utilisé en toute sécurité sur la route et que les exigences en matière de couverture d'assurance sont respectées.

L'EGEA continuera à soutenir à la fois ses membres et l'accès nécessaire, au niveau de l'atelier, aux capacités de diagnostic, aux outils techniques, aux équipements et aux informations nécessaires à l'exécution des procédures de réparation correctes pour ces systèmes d'assistance automatisée à la conduite.



## 11. RESUME ET CONCLUSIONS

Dans un contexte de croissance exponentielle de la technologie des véhicules, l'EGEA et ses entreprises membres continuent de travailler dur pour soutenir la capacité des ateliers agréés et indépendants à réparer professionnellement les véhicules d'aujourd'hui et de demain avec des équipements de pointe, des informations techniques et une assistance.

Pour tous les ateliers et les techniciens, ce document de bonnes pratiques aidera donc à mieux comprendre l'évolution de la conception et les exigences qui en découlent en matière de diagnostic, de réparation et d'étalonnage des systèmes automatisés d'aide à la conduite d'aujourd'hui et de demain.

Veillez-vous informer de toute réglementation actuelle concernant l'ADAS.

# 12. REFERENCES ET REMERCIEMENTS

## REMERCIEMENTS

L'EGEA souhaite remercier les membres de W2- Diagnostics pour leur contribution à la création de ce document de bonnes pratiques.

## RÉFÉRENCES

- ADAS Best Practice, EGEA
- ADAS Best Practice Guidance, Brake and Autoglass, April 2017.
- ADAS Recalibration, <http://www.automotiveglasseurope.com/adas/>, Automotive Glass Europe, 2019.
- ADAS Sensor Calibration Increases Repair Costs, <https://adasservices.com/adas-sensor-calibration-increases-repair-costs/>, ADAS Services, 2018.
- Advanced Driver Assist Systems (ADAS) Collision Repair Diagnostics Process, <https://rts.i-car.com/best-practices/advanced-driver-assist-systems-adas-collision-repair-diagnostics-process.html>, I-CAR Repairability Technical Support, 10 January 2017.
- Code of Practice. For the Replacement & Refitting of Automotive Glazing for vehicles fitted with screen mounted Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), Thatcham Research (in collaboration with ADAS Repair Group Members, July 2016.
- Collision Repair Diagnostics Definitions, <https://rts.i-car.com/best-practices/collision-repair-diagnostics-definitions.html>, ICAR Repairability Technical Support, 3 October 2016.
- Damage Analysis for ADAS Identification and Calibration Requirements, <http://rts.i-car.com/best-practices/damage-analysis-for-adas-identification-and-calibration-requirements.html>, I-CAR Repairability Technical Support, 29 June 2017.
- Repairing and Recalibrating ADAS After a Head-on Collision, <https://adasservices.com/repairing-and-recalibrating-adas-after-a-head-on-collision/>, ADAS Services, 2018.
- VW: Lane-change assist can mean obligations, restrictions tied to bumper cover, <https://www.repairerdrivenews.com/2019/03/27/vw-lane-change-assist-can-mean-obligations-restrictions-tied-to-bumper-cover/>, John Huetter, Repairer Driven News, 27 March 2019.

## ANNEXE A

Exemple de lecture de DTC pour la caméra frontale de NISSAN Micra K14 et Qashqai J11.

Code	Visible Code	Fehlerpfad	KTS-Text
5B00	C1B00	@95083	Camera control unit
5B01	C1B01	@206421	Camera calibration
5B09	C1B09	@85142	Internal power supply 1
5B0A	C1B0A	@85143	Internal power supply 2
C104	U0104	@31565	CAN communication with adaptive/cruise control
C122	U0122	@43067	CAN communication to ABS
C126	U0126	@31562	CAN communication with steering/wheel angle sensor
C405	U0405	@31565	CAN communication with adaptive/cruise control
C428	U0428	@31562	CAN communication with steering/wheel angle sensor
D000	U1000	@28477	CAN bus communication
D010	U1010	@42192	CAN control unit
D321	U1321	@23906	Configuration
D322	U1322	@23906	Configuration

Le code DTC le plus significatif est le 5B001 mais il ne fournit pas d'informations importantes. Pour obtenir plus d'informations, l'utilisateur doit se référer aux données réelles, qui expliquent pourquoi l'étalonnage échoue.

AIM_NG_REASON_K14_INVALID	Status: Unknown
AIM_NG_REASON_K14_7	Stat.: Pitch/yaw angle outs. toler.
AIM_NG_REASON_K14_4	State: Calibr. field size incorrect
AIM_NG_REASON_K14_3	State: Roll angle outside tolerance
AIM_NG_REASON_K14_2	State: Target not detected
AIM_NG_REASON_K14_14	Function: Not completed
AIM_NG_REASON_K14_13	Status: Calibration not started
AIM_NG_REASON_J11_T32_INVALID	Status: Unknown
AIM_NG_REASON_J11_T32_9	Stat.: Pitch/yaw angle outs. toler.
AIM_NG_REASON_J11_T32_8	Stat.: Pitch/yaw angle outs. toler.
AIM_NG_REASON_J11_T32_7	State: Calibr. field size incorrect
AIM_NG_REASON_J11_T32_63	Function: Not completed
AIM_NG_REASON_J11_T32_62	Status: Control unit fault
AIM_NG_REASON_J11_T32_61	Status: Control unit fault
AIM_NG_REASON_J11_T32_60	Status: Control unit fault
AIM_NG_REASON_J11_T32_6	State: Calibr. field size incorrect
AIM_NG_REASON_J11_T32_59	Status: Control unit fault
AIM_NG_REASON_J11_T32_58	Status: Control unit fault
AIM_NG_REASON_J11_T32_5	Status: Input parameter not OK
AIM_NG_REASON_J11_T32_4	Stat.: Pitch/yaw angle outs. toler.
AIM_NG_REASON_J11_T32_3	State: Roll angle outside tolerance
AIM_NG_REASON_J11_T32_22	Status: Control unit fault
AIM_NG_REASON_J11_T32_20	Function: Not completed
AIM_NG_REASON_J11_T32_2	State: Target not detected
AIM_NG_REASON_J11_T32_19	Status: Control unit fault
AIM_NG_REASON_J11_T32_16	State: Communication failure
AIM_NG_REASON_J11_T32_15	Function: Not completed
AIM_NG_REASON_J11_T32_14	Function: Not completed
AIM_NG_REASON_J11_T32_13	Status: Calibration not started
AIM_NG_REASON_J11_T32_12	Status: Time-out
AIM_NG_REASON_J11_T32_11	Status: Internal faults detected
AIM_NG_REASON_J11_T32_10	Status: Calibration field pos. not OK

Un autre exemple provient de KIA Kia Sportage [QLE] 2019 : DTC : C272146 (Calibrage du système requis) Sistema : MFC (Multi Function Camera)  
 DTC : C162078 (Alignment Failed)  
 Sistema : SCC/AEB (Régulateur de vitesse intelligent / Freinage d'urgence autonome).

DTC Description  
 If the lane recognition camera has been shipped without being calibrated at the factory, the fault code C272146 is generated.

Item	Detecting Condition	Possible Cause
DTC Strategy	⊕ System monitoring	
Enable Condition	⊕	
Threshold Value	⊕ Calibration process had not been executed ⊕ Calibration result in NVM contains invalid data	
Detecting Time	⊕ 0 (at once)	
Recovery Time	⊕ 0 (at once)	⊕ Poor connector connection ⊕ System calibration is not carried out ⊕ MFC ECU
Function Limitation	⊕ LKA : Disabled ⊕ LDW : Disabled ⊕ HBA : Disabled ⊕ FCA-CAR.PED : Disabled ⊕ ISLW : Disabled ⊕ DAW : Disabled ⊕ HDA : Disabled	

**NOTICE**  
 LKA : Lane Keeping Assist  
 LDW : Lane Departure Warning  
 HBA : High Beam Assist  
 FCA-CAR.PED : Forward Collision-avoidance Assist-CAR/PAD  
 ISLW : Intelligent Speed Limit Warning  
 DAW : Driver Attention Warning  
 HDA : Highway Driving Assist