

De nouvelles idées en termes de sécurité pour la mobilité de demain

Sommaire

Version courte

TecDay ESF 2019

De nouvelles idées en termes de sécurité pour la mobilité de demain 3

Version longue

Interview Prof. Rodolfo Schöneburg

« La sécurité est et reste la valeur-clé de notre marque » 8

Sécurité de conduite globale

Des réponses novatrices aux nouveaux défis..... 12

Fiches descriptives : Sécurité de conduite globale 15

Communication coopérative avec l'environnement immédiat du véhicule

Prendre garde aux autres : générer la confiance par la communication 22

Fiches descriptives : Communication coopérative avec l'environnement immédiat

du véhicule, DIGITAL LIGHT 25

Sécurité enfant – PRE-SAFE® Child

Protection préventive, y compris pour les plus petits 31

Fiche descriptive : PRE-SAFE® Child 34

Sécurisation des zones dangereuses

Robot en service : le triangle de présignalisation 4.0 37

Fiche descriptive : Sécurisation des zones dangereuses 41

Nouvelles fonctions PRE-SAFE®	
PRE-SAFE® continue de se perfectionner	43
Fiches descriptives : Nouvelles fonctions PRE-SAFE®	45
Sécurité et confort à l'arrière	
Airbag innovant pour l'arrière et grande offensive contre les anti-ceinture	48
Fiches descriptives : confort et sécurité à l'arrière	50
Sécurité active	
Protection partenariale des piétons et des cyclistes.....	56
Fiches descriptives : Sécurité active	58
Genèse de l'ESF 2019	
Surmonter les limites du système pour la sécurité de demain	60
Pleins feux la Recherche en accidentologie Mercedes-Benz (UFO)	
Un minutieux travail de détective dans les conditions réelles d'accident.....	62
Centre technologique Sécurité véhicule (TFS)	
Multiplés possibilités de tests pour les innovations en matière de sécurité.....	64
L'histoire des ESF Mercedes-Benz	
Etapas-clés du développement en matière de sécurité	67
Glossaire	
Principales notions techniques	75

Le véhicule de sécurité expérimental décrit dans cette publication ne correspond pas (toujours) à la version de série et présente notre vision d'avenir sur la base des projets de développement actuels. La description proposée dans cette publication ne s'accompagne d'aucune déclaration sur une éventuelle aptitude à l'autorisation/l'homologation.

De nouvelles idées en termes de sécurité pour la mobilité de demain

Stuttgart. Propulsions électriques et conduite entièrement automatisée sont les technologies-clés de la mobilité du futur. Les exigences en termes de technologie de sécurité à bord des véhicules évoluent en conséquence : car d'une part, les positions d'assise plus flexibles dans l'habitacle de ce type de véhicules exigent une protection des occupants d'un genre nouveau. Et d'autre part, l'empathie et la confiance constituent les facteurs centraux de l'acceptation des véhicules autonomes. D'autres usagers de la route doivent pouvoir reconnaître de manière intuitive les intentions d'un véhicule entièrement automatisé car dans de nombreuses situations, il n'y aura pas de conducteur pour communiquer. Avec le nouveau véhicule de sécurité expérimental ESF 2019, Mercedes-Benz montre sur quelles idées les experts de la sécurité de l'entreprise concentrent actuellement leurs recherches et leurs travaux. Parmi la bonne dizaine d'innovations figurent des développements de série comme des évolutions en prise sur l'avenir.

L'ESF 2019 est basé sur la nouvelle Mercedes-Benz GLE, roule dans de nombreuses situations de façon entièrement automatisée et repose sur une propulsion hybride rechargeable. En juin 2019, l'ESF 2019 fait sa première entrée en scène devant un parterre d'experts lors du congrès ESV à Eindhoven (Pays-Bas). Elle sera présentée au grand public lors du Salon international de l'automobile de Francfort (IAA) en septembre 2019. L'ESF 2019 offre par de nombreux aspects un aperçu des futures évolutions dans le secteur automobile, par d'autres, une vision et par d'autres encore, une contribution à la discussion, mais aussi un outil d'amélioration de la sécurité routière dans la grande tradition Mercedes-Benz.

« La sécurité est inscrite dans l'ADN de Mercedes-Benz. Avec nos véhicules de sécurité expérimentaux, nous montrons régulièrement depuis les années 70 que nous ne sommes pas à court d'idées dans ce domaine. La nouvelle ESF 2019 reflète la mobilité de demain et présente une multitude d'innovations sur lesquelles nous concentrons actuellement nos travaux de recherche et de développement. Et je peux vous révéler dès aujourd'hui que certaines fonctions sont proches du lancement de série », confie Ola Källenius, membre du directoire de Daimler AG, chargé du développement de Mercedes-Benz Cars.

« La sécurité est et reste la valeur-clé de notre marque », souligne Rodolfo Schöneburg, Responsable du centre Sécurité véhicule, Durabilité et Protection anticorrosion, Mercedes-Benz Cars. « Le grand avantage de l'automatisation des fonctions de conduite réside dans la diminution, à l'avenir, des accidents liés aux erreurs de pilotage du conducteur. Mais les véhicules entièrement automatisés et sans conducteur se heurtent également aux limites de la physique et il est probable qu'un trafic mixte composé de véhicules automatisés et non-automatisés persistera encore de nombreuses années. »

Plus d'une dizaine d'innovations : une protection accrue pour les passagers et les usagers de la route

Les points forts thématiques de l'ESF 2019 en un coup d'œil :

- **Sécurité de conduite à 360°** : Lorsque l'ESF 2019 est pilotée de manière entièrement autonome, le volant et le pédalier sont escamotés afin de réduire le risque de blessure en cas de collision. La flexibilité intérieure accrue exige de nouvelles idées en matière de systèmes de retenue (ceinture intégrée au siège) et d'airbags avec des emplacements alternatifs (airbag conducteur dans la planche de bord, airbag latéral intégral dans les joues latérales des dossiers). Mais l'ESF 2019 présente aussi des idées pour un mode de conduite manuel : Avec la lumière proche de la clarté diurne diffusée par le pare-soleil, l'éclairage intérieur vitalisant peut contribuer à préserver la condition physiologique du conducteur.
- **Communication coopérative avec l'environnement immédiat du véhicule** : pour que les hommes prennent confiance dans la voiture autonome, ils doivent pouvoir reconnaître directement et intuitivement ses intentions. L'ESF 2019 fait à cet égard un grand pas en direction des autres usagers de la route. Elle est non seulement dotée de capteurs qui ne quittent pas le trafic des yeux, mais communique aussi dans toutes les directions et peut mettre en garde les autres usagers de la route. L'ESF 2019 dispose en outre de projecteurs révolutionnaires DIGITAL LIGHT avec feux de route quasiment non éblouissants en qualité HD et une résolution de plus de deux millions de pixels.
- **Sécurité enfant** : Avant toute éventuelle collision, le concept de sièges enfants PRE-SAFE® Child permet de tendre de manière préventive les ceintures du siège et de positionner des éléments de protection contre

les collisions latérales. L'enfant est maintenu de manière plus efficace et plus précise dans son siège par la tension de la ceinture et l'effet de mou est réduit. Les contraintes exercées sur l'enfant diminuent considérablement. La surveillance de l'installation et des données vitales est une autre fonction intégrée dans le siège.

- **Sécurisation des zones dangereuses** : Avec des innovations tels qu'un petit robot s'extrayant automatiquement de l'arrière du véhicule en cas d'accident ou de panne pour déposer un triangle de présignalisation sur le bas-côté, l'ESF 2019 montre comment améliorer encore la sécurisation des zones dangereuses. Parmi les autres idées figurent un triangle de présignalisation qui se déplie dans le même temps du toit du véhicule, ainsi que la lunette arrière utilisée comme surface de communication.
- **Nouvelles fonctions PRE-SAFE®** : PRE-SAFE® Curve (signale au conducteur à l'aide du rétracteur de ceinture qu'il a potentiellement sous-estimé le prochain virage) et PRE-SAFE® Side lighting avec peinture électroluminescente peuvent désamorcer des situations accidentogènes. PRE-SAFE® Impuls Rear peut renforcer en fin de bouchon la protection des passagers et des autres personnes impliquées dans un accident.
- **Sécurité et confort à l'arrière** : Un airbag arrière novateur utilise un concept de remplissage spécial inédit pour le gonflage et le positionnement du coussin d'air. Il possède pour ce faire une structure tubulaire spéciale. Avec l'approche-ceinture, le voyant de bouclage de ceinture, la boucle de ceinture à USB et le chauffage de la sangle, quelques idées ont été mises en œuvre sur l'ESF 2019 pour motiver par de nouveaux moyens les passagers arrière à boucler leur ceinture
- **Sécurité active** : Le freinage d'urgence assisté actif avec fonctions optimisées implanté sur l'ESF 2019 offre une protection supplémentaire en particulier dans les situations de conduite dangereuses impliquant des usagers de la route non protégés. Le véhicule reconnaît désormais aussi, au moment de bifurquer, les piétons et les cyclistes qui se déplacent dans le sens de la marche initial. Lorsqu'un risque de collision avec des usagers de la route non protégés traversant la rue dans laquelle s'engage le véhicule est détecté, le conducteur en est alerté par un signal visuel et sonore. S'il

ne réagit pas, un freinage autonome est déclenché. Le système intervient de la même façon lorsque des cyclistes sont détectés dans l'angle mort au moment de bifurquer vers la droite. Si, au moment de bifurquer dans une rue ou de la traverser, il existe un risque de collision du véhicule avec le trafic transversal, le système empêchera tout démarrage ou stoppera le véhicule, y compris s'il roule au pas, via un freinage autonome. Le système de protection des piétons à 360° alerte et assiste le conducteur pendant le stationnement et les manœuvres en cas de risque de collision avec des usagers de la route plus faibles (piétons, cyclistes) jusqu'à l'intervention de freinage automatique.

Philosophie « Real Life Safety » : apprendre des accidents réels

Dans le cadre de ses activités de développement en matière de sécurité, Mercedes-Benz se base sur les conditions d'accident réelles pour accroître la protection de tous les usagers de la route. Cette philosophie de sécurité « Real Life Safety » comprend non seulement des simulations et des essais de collision, des réglementations légales et des évaluations publiques. Elle vise à développer à partir des conditions d'accident réelles des consignes de sécurité internes strictes allant dans de nombreux cas, au-delà des prescriptions légales ou des exigences en termes de notation.

La recherche en accidentologie constitue la base de tous nos travaux : depuis 50 ans, nos propres experts analysent les accidents graves impliquant des véhicules Mercedes-Benz actuels. L'objectif est d'en tirer des enseignements et d'intégrer ces derniers dans la conception de nouveaux modèles.

Les nouvelles idées et concepts de sécurité que l'ESF 2019 met en œuvre peuvent être entre autres testés et validés dans le Centre technologique Sécurité véhicule (TFS). Le TFS ouvert en novembre 2016 fait partie intégrante du Centre de développement de Sindelfingen et constitue l'un des centres de crash-test les plus modernes au monde. Dans le TFS, Mercedes-Benz dispose de multiples possibilités de tests pour rester un précurseur en matière de sécurité véhicule.

L'histoire des véhicules ESF : de la recherche à la série

Avec l'ESF 2019, Mercedes-Benz perpétue une tradition de plusieurs décennies :

pour les conférences sécurité ESV des années 1971 à 1975, les experts de la sécurité ont construit plus d'une trentaine de véhicules d'essais et les ont testés dans le cadre de crash-tests afin d'atteindre les objectifs de sécurité visionnaires de Mercedes-Benz. Quatre de ces véhicules – ESF 5, ESF 13 (tous deux sur la base du modèle de la gamme moyenne W 114/« Strich 8 »), ESF 22 et ESF 24 (tous deux sur la base de la Classe S, W 116) – ont été présentés au grand public.

L'ESF 2009 a été le premier véhicule ESF après de nombreuses années et le prédécesseur direct de l'ESF 2019. Ce véhicule de recherche a fêté sa première mondiale le 15 juin 2009 lors de la 21e Conférence sécurité véhicule internationale (ESV - Enhanced Safety of Vehicles Conference) à Stuttgart. Entretemps, de nombreuses innovations de l'ESF 2009 ont été intégrées dans la fabrication de série. Parmi celles-ci figure notamment l'airbag ceinture disponible pour la Classe S, PRE-SAFE® Impuls latéral pour la Classe E, CLS et GLE, ainsi que l'assistant de feux de route actif Plus proposé sur de nombreuses séries.

« La sécurité est et reste la valeur-clé de notre marque »

Prof. Rodolfo Schöneburg est né le 30 octobre 1959, a fait des études d'ingénieur aéronautique et aérospatial et un doctorat à l'Université technique de Berlin. Il est professeur honoraire de l'Université technique et économique HTW de Dresde. Depuis avril 1999, il est responsable du Centre Sécurité véhicule, Durabilité et Protection anticorrosion Mercedes-Benz. Sous sa responsabilité, le système de protection préventive des occupants PRE-SAFE® qui marque l'entrée de Mercedes-Benz dans une nouvelle ère de la sécurité véhicule atteint la maturité de série en 2002. Lors d'un entretien, le Professeur Schöneburg s'exprime sur le véhicule de sécurité expérimental ESF 2019.

Monsieur le Professeur Schöneburg, il y a dix ans, lors de la présentation de l'ESF 2009, vous disiez que Mercedes-Benz avait encore de nombreuses idées pour de nouveaux systèmes de sécurité, en particulier en matière de sécurité passive et de système de protection préventive PRE-SAFE®. Cette affirmation est-elle encore valable en 2019. Mercedes-Benz n'est-elle toujours pas à court d'idées dans ce domaine ?

Schöneburg : nous ne sommes certainement pas à court d'idées en matière d'innovation de sécurité. Et c'est justement la raison pour laquelle nous avons construit l'ESF 2019. Nous souhaitons montrer par là-même sur quelles idées et concepts nos experts de la sécurité de Mercedes-Benz concentrent actuellement leurs travaux de recherche et de développement visant à améliorer encore la sécurité. Et comme on peut le voir avec l'ESF 2009, cela va plus loin qu'un simple exercice de virtuosité. Nombre de nos idées présentées à cette occasion ont intégré entretemps la série chez Mercedes-Benz.

Pourriez-vous nous en citer un exemple ?

Volontiers. Les feux de route partiels, mis en œuvre dans l'assistant de feux de route adaptatifs Plus. Ou l'airbag ceinture entretemps disponible sur la Classe S : cette sangle gonflable peut réduire le risque de blessure des passagers arrière en cas de collision frontale en diminuant les contraintes

exercées sur le thorax. Et ce qui s'appelait encore PRE-SAFE® Pulse sur l'ESF 2009 est entretemps proposé sous la désignation PRE-SAFE® Impuls latéral pour la Classe R, le CLS et le GLE : En cas de collision latérale, ce système peut déplacer latéralement le conducteur ou le passager avant de manière préventive afin de l'éloigner de quelques centimètres de la zone dangereuse. Associé aux concepts de protection PRE-SAFE® connus pour les collisions frontales et arrière, ce système fait ainsi naître une sorte de zone de déformation virtuelle autour du véhicule. Nous l'avons appelée PRE-SAFE® à 360°.

Le terme initial de zone de déformation pour désigner la zone de déformation ciblée de la carrosserie du véhicule a été inventé par le pionnier de la sécurité Mercedes-Benz Béla Barényi. Mais qu'entendez-vous exactement par zone de déformation virtuelle ?

La zone de déformation réelle permet d'absorber l'énergie d'une collision en vue de protéger les passagers. La zone de déformation virtuelle décrit le laps de temps entre le moment où le véhicule réagit aux informations des capteurs dans la phase précédant l'accident et la collision. Si un objet ou un usager de la route pénètre dans la zone de déformation virtuelle, des mesures de protection efficaces des passagers et des personnes impliquées dans l'accident peuvent encore être mises en œuvre. Cette protection est possible grâce à PRE-SAFE® et aux systèmes PRE-SAFE® Impuls, mais aussi grâce aux systèmes de retenue conventionnels.

Qui en profite en première ligne ? Le conducteur et le passager avant ou les passagers installés sur la banquette arrière ?

La zone de déformation virtuelle permet de minimiser la gravité de l'accident et aide dans de nombreux cas toutes les personnes impliquées dans la collision. Mais un point fort thématique important de l'ESF 2019 est aussi la sécurité sur les sièges arrière. Parmi les innovations dans ce domaine figurent entre autres l'airbag arrière avec sa toute nouvelle structure tubulaire ou le siège enfant avec fonctions PRE-SAFE®. Avant toute éventuelle collision, le concept permet de tendre de manière préventive les ceintures intégrées du siège et de positionner des éléments de protection contre les collisions latérales.

L'ESF 2009 était basée sur une Classe S, l'ESF 2019 est pour la première fois un SUV. Pourquoi ?

Page 10

C'est exact, l'ESF 2019 est dérivée du nouveau GLE. Les SUV sont très appréciés de nos clients et nous avons actuellement sept modèles à succès au programme. C'est pourquoi il nous a paru évident de présenter les thèmes liés à la sécurité de demain sur un SUV. Avec ses systèmes d'assistance à la conduite novateurs, le nouveau GLE est en outre un précurseur en matière de sécurité véhicule.

Mercedes-Benz s'est toujours soucié de la protection des autres usagers de la route – cela est-il toujours le cas ?

Oui, l'ESF 2019 s'inscrit dans cette démarche avec de nouvelles idées. Parmi les exemples de cette approche figure la communication coopérative du véhicule avec son environnement immédiat : l'ESF 2019 peut aussi mettre en garde d'autres usagers de la route, même s'ils sont positionnés sur le bas-côté sans être impliqués. Il convient également de citer la protection à 360° des piétons qui peut désamorcer les situations dangereuses incluant des usagers de la route plus faibles lors du stationnement et des manœuvres. Le freinage d'urgence assisté actif déjà éprouvé a été conçu pour d'autres situations de conduite.

Chacun connaît des situations d'urgence impliquant des piétons, et les systèmes actifs mentionnés apportent une aide précieuse. Les systèmes de sécurité passive sont-ils aussi développés compte tenu des conditions réelles d'accident ?

Bien entendu, car notre philosophie de sécurité est baptisée « Real Life Safety ». Outre les simulations et les essais de collision, les conditions réelles d'accident sont pour nous un aspect essentiel. Nous avons donc mis en place en interne des règles de sécurité très strictes qui vont au-delà des prescriptions légales ou des exigences en termes de notation dans de nombreux cas. Et notre recherche en accidentologie compte parmi les plus anciennes du secteur : Depuis 50 ans, nos propres experts analysent les accidents graves impliquant des véhicules Mercedes-Benz actuels. L'objectif est d'en tirer des enseignements et d'intégrer ces derniers dans la conception de nouveaux modèles. La sécurité est et reste la valeur-clé de notre marque.

Mais y aura-t-il encore des accidents à l'avenir ? L'ESF 2019 est dans de nombreuses situations une voiture autonome à la conduite entièrement automatisée ?

Le grand avantage de l'automatisation des fonctions de conduite réside dans la diminution, à l'avenir, des accidents liés aux erreurs de pilotage du conducteur. Mais il est probable qu'un trafic mixte composé de véhicules automatisés et non-automatisés persiste encore de nombreuses années. Le nombre croissant de capteurs offre en outre le potentiel pour une sécurité passive optimale - avec en mot d'ordre la zone de déformation virtuelle.

Mais rien ne sera possible sans zone de déformation réelle et systèmes de retenue évolués, n'est-ce pas ?

Exact. Car les véhicules entièrement automatisés et sans chauffeur se heurteront aussi aux limites de la physique. Cela peut aller de l'arbre qui tombe juste devant la voiture lors d'une tempête sans que celle-ci ne puisse freiner ou l'éviter à temps, aux accidents provoqués par d'autres usagers de la route. Car tous les véhicules ne peuvent pas circuler du jour au lendemain en mode autonome. C'est pourquoi nous avons développé pour l'ESF 2019 des idées qui améliorent la protection des passagers arrière. Notamment en les incitant à boucler leur ceinture. L'airbag arrière à structure tubulaire nouvelle génération en est aussi un bon exemple. Et, un aspect qui m'est particulièrement cher : l'ESF 2019 recèle de nombreuses idées pour une protection accrue des enfants - tant dans le véhicule qu'en dehors.

Les voitures automatisées telles que l'ESF 2019 apportent une contribution à notre Vision Zéro, la vision d'une conduite sans morts ni blessés. Mais existe-t-il aussi de nouveaux défis ?

Oui, car les positions d'assise nettement plus flexibles exigent une autre protection des occupants. Sur ce sujet également, nous poursuivons bien entendu nos travaux de réflexion - et dévoilons avec l'ESF 2019 quelques idées telles qu'un airbag conducteur de conception nouvelle ou un airbag latéral intégral qui se déploie de chaque côté du dossier du siège. Pour moi, une chose est claire : un véhicule sûr utilise toutes les possibilités pour éviter les accidents, mais est toujours prêt à faire face en cas d'accident. C'est pourquoi tous nos futurs véhicules, y compris les modèles autonomes, répondront bien entendu à nos plus hautes exigences en termes de sécurité en situation d'accident.

Des réponses novatrices aux nouveaux défis

Avec des véhicules autonomes tels que l'ESF 2019, la vision de la conduite sans accident est de plus en plus proche. Mais à l'ère de la conduite automatisée et autonome, un concept de sécurité global incluant de multiples solutions de nouvelle génération est requis car il se peut que la position d'assise des passagers dans l'habitacle soit à l'avenir nettement plus flexible qu'aujourd'hui.

L'ESF 2019 s'adapte à la situation : lorsqu'elle roule en mode entièrement automatisé, le **volant** et le **pédalier** s'escamotent. En liaison avec le plancher plat et rembourré, cette caractéristique réduit le risque de blessure en cas d'accident, mais souligne aussi clairement la situation de conduite automatisée.

Parmi les systèmes de retenue de série Mercedes-Benz figure aujourd'hui l'alliance ciblée de la ceinture, des rétracteurs de ceinture et des airbags. A bord des véhicules automatisés, les passagers n'étant pas toujours assis dans la meilleure position pour l'utilisation des systèmes de retenue actuels, de nouvelles idées sont aujourd'hui nécessaires.

Le **système de ceinture a ainsi été intégré dans les sièges avant** pour que la ceinture soit positionnée près du corps, y compris lorsque les passagers adoptent une position d'assise plus détendue. Le système de ceinture est complété par un **rétracteur de ceinture haute performance** à commande électrique. Celui-ci déclenche non seulement une rétractation en situation PRE-SAFE®, mais peut aussi tendre les ceintures des passagers de manière anticipée et adéquate en cas d'accident et replacer ces derniers dans une position verticale plus favorable, y compris en cas de déplacement vers l'avant.

La nouvelle flexibilité de l'habitacle exige un nouveau système d'airbags avec emplacements alternatifs. Sur l'ESF 2019, l'**airbag conducteur** est implanté dans la planche de bord et non plus dans le volant. Ce concept de déploiement connu de l'airbag passager avant et la forme tridimensionnelle réalisable de l'airbag permettent une plus large couverture. Pour une meilleure lisibilité des instruments et des affichages, et un positionnement aussi aisé que possible de

l'airbag, le volant est doté d'un méplat dans sa partie supérieure. La technologie Steer-By-Wire de l'ESF 2019 – qui permet de transmettre les ordres de braquage non plus mécaniquement, mais électriquement, permet la nouvelle géométrie plus rectangulaire du volant. La démultiplication de la direction pouvant être variable, il n'est plus nécessaire de saisir le volant pour braquer. Lors des manœuvres de stationnement, un mouvement nettement plus faible du volant peut suffire pour provoquer un braquage important des roues.

Une autre innovation résulte de la flexibilité élevée du positionnement des sièges : l'**airbag latéral intégral** qui s'extrait des joues latérales pour se déployer de chaque côté du dossier. En forme d'aile, il protège non seulement les épaules et les bras du passager, mais aussi sa tête. Particularité : il ne protège pas uniquement le passager du côté de l'impact. Cet airbag central peut protéger très tôt le passager assis du côté opposé à l'impact (Far Side = côté éloigné de l'impact) et empêcher que celui-ci ne se déplace trop fortement vers le centre du véhicule contre un éventuel passager avant.

Rester en forme avec la lumière issue du pare-soleil : éclairage intérieur vitalisant

Dans le cadre de la prévention des accidents, Mercedes-Benz place le conducteur au centre de ses préoccupations. Excellente visibilité et conduite détendue sont à ce titre deux critères auxquels les véhicules de la marque à l'étoile répondent depuis toujours. Les ingénieurs parlent dans ce contexte de « sécurité physiologique ».

Conducteur et passagers assis dans l'habitacle sont plongés dans une relative obscurité. Des études ont montré que seulement 5 à 20 % environ de la lumière du jour atteignait les yeux des occupants. Cela peut conduire à une diminution plus rapide de la performance et de la concentration. Avec l'éclairage intérieur vitalisant, Mercedes-Benz montre dans l'ESF 2019 une solution totalement nouvelle : très efficace sur le plan biologique, l'éclairage proche de la clarté diurne diffusé par le pare-soleil vient compléter la lumière du jour sans éblouir les occupants et permet de maintenir le rythme biologique naturel du corps. Le conducteur reste ainsi plus en forme.

Mercedes-Benz a déjà testé l'éclairage intérieur vitalisant dans le cadre de plusieurs études impliquant des testeurs. Fin 2017, une équipe de chercheurs a étudié à l'aide de deux camions TopFit Mercedes-Benz Actros les

répercussions d'un éclairage supplémentaire sur le bien-être psychologique et la performance des chauffeurs de camions. Pendant le trajet, les participants ont testé l'éclairage intérieur vitalisant, mais aussi une douche lumineuse tonifiante pendant les pauses et un réveil lumineux revitalisant en début de matinée. L'association de ces trois programmes d'éclairage compose un système efficace sur le plan biologique. Les essais ont montré que le temps de réaction restait constant avec l'éclairage intérieur vitalisant et que moins d'erreurs de pilotage étaient enregistrées en cas de conduite monotone. Retrouvez plus d'infos sur l'étude réalisée en Finlande [ici](#).

L'éclairage intérieur vitalisant a déjà été expérimenté dans les voitures particulières dans le cadre d'une étude scientifique : grâce à l'éclairage, les testeurs ont surtout eu tendance à réagir plus rapidement et à faire moins d'erreurs au volant dans la matinée. C'est le résultat de la dernière étude réalisée en janvier et en février 2018 avec des véhicules de la Classe E équipés à cet effet et près d'une quarantaine de testeurs. Avec l'éclairage intérieur vitalisant - contrairement aux trajets comparatifs réalisés sans ce dispositif, aucun déclenchement du système de détection de somnolence ATTENTION ASSIST n'a été enregistré. Les conducteurs ont en outre été de manière générale plus attentifs grâce à ce type d'éclairage intérieur. Les mesures EEG (électroencéphalogramme) des flux cérébraux enregistrés et évalués pendant le trajet le prouvent.

Fiches descriptives : Sécurité de conduite globale

Airbag latéral intégral	
Fonctionnement	Cet airbag en forme d'aile (volume : env. 40 litres) s'extraie des joues latérales pour se déployer de chaque côté du dossier des sièges conducteur et passager avant. Il protège non seulement les épaules et le thorax, mais aussi les bras et la tête du passager. L'airbag latéral étant intégré dans le dossier, son efficacité est largement indépendante de la position d'assise et de l'inclinaison du dossier.
Dans le détail	L'airbag ne protège pas uniquement le passager du côté de l'impact. Cet airbag central peut protéger le passager assis du côté opposé à l'impact (Far Side = côté éloigné de l'impact) et empêcher que celui-ci ne se déplace trop fortement vers le centre du véhicule. En cas de déplacement latéral trop important, il pourrait notamment heurter l'autre passager.
Capteurs	Capteurs d'airbag actuels

Nouvel airbag conducteur et nouveau concept de volant et de pédalier	
Fonctionnement	L'airbag conducteur (volume : env. 120 litres) de l'ESF 2019 est intégré dans la partie supérieure de la planche de bord comme les airbags passager avant actuels. Une fois activé, il se déploie au-dessus du volant.
Dans le détail	<ul style="list-style-type: none"> • Le nouveau concept de déploiement et la forme tridimensionnelle de l'airbag permettent une plus large couverture qu'un airbag conducteur sphérique logé dans le volant. • Par ailleurs, des concepts d'airbags de différentes profondeurs peuvent être réalisés sur cette base selon la position des occupants. Sur une voiture à conduite automatisée, la position du volant et du conducteur n'est pas définie de manière aussi stricte que sur les voitures à commande manuelle d'aujourd'hui.
Fonction supplémentaire	<ul style="list-style-type: none"> • En mode de conduite automatisé, le volant est placé de manière générale en position de stationnement et ne pivote plus. • Par ailleurs, le pédalier dans le tapis de sol pour que le plancher au niveau des jambes reste plat. • Si l'ESF 2019 est piloté par un conducteur, le volant s'escamote de 100 millimètres à l'activation de l'airbag. Ce déclenchement par un procédé pyrotechnique ne prend que quelques millisecondes.

Du point de vue de la recherche en accidentologie	3,7 % des blessures graves (catégorie AIS2+) subies par les passagers avant de voitures particulières et provoquées par des pièces de l'habitacle de leur véhicule sont essentiellement imputables à des pièces du pédalier. Il s'agit d'un résultat figurant dans la documentation GIDAS 12/2018 ¹ . Un pédalier s'escamotant en mode de conduite automatisé pourrait réduire ce risque.
Capteurs	Capteurs de collision actuels

¹ GIDAS est l'abréviation de German In-Depth Accident Study. GIDAS est un projet de coopération de l'Institut fédéral de recherche routière (BASt) et de l'association de recherche en technologie automobile Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V.

Ceinture de sécurité intégrée au siège et rétracteur de ceinture haute performance à commande électrique	
Fonctionnement	La ceinture intégrée au siège est tendue de manière réversible par un moteur électrique et soutient pleinement les fonctions connues du système PRE-SAFE®.
Dans le détail	<ul style="list-style-type: none"> • Les rétracteurs de ceinture haute performance à moteur électrique sont activés grâce à l'utilisation des capteurs de proximité avant même la collision proprement dite. • Ils offrent une puissance bien supérieure à celle d'un rétracteur PRE-SAFE® actuel et peuvent ainsi délivrer un potentiel de retenue des occupants comparable à celui des rétracteurs pyrotechniques. • Ces puissants rétracteurs sont de plus en mesure de replacer les occupants dans une position d'assise verticale plus avantageuse avant la collision, même lorsque ceux-ci sont en position très avancée. • Grâce à l'utilisation de capteurs volumétriques appropriés avec classification des occupants, ces rétracteurs peuvent aussi fonctionner de manière adaptative. En cas de collision, l'effet protecteur peut donc être adapté au poids de l'occupant, qu'il s'agisse d'une femme de 50 kg ou d'un homme de 100 kg. • Le rétracteur de ceinture est intégré dans le dossier en tant qu'élément de l'enrouleur de sangle. La ceinture reste ainsi au plus près du corps dans toutes les positions d'assise (en particulier aussi lorsque les passagers sont installés dans une position d'assise plus détendue en mode de conduite automatisée).
Fonction supplémentaire	Les rétracteurs de ceinture électriques tendent la sangle dans différentes situations de conduite considérées comme critiques. Une fois la situation de conduite jugée de nouveau sûre, la rétraction électrique de la ceinture est désactivée et le système de ceinture se replace en mode de fonctionnement

	standard. Contrairement aux rétracteurs de ceinture pyrotechniques, les rétracteurs de ceinture électriques sont réutilisables après rétraction.
Capteurs	Capteurs ABS, de proximité et de collision

Eclairage intérieur vitalisant	
Fonctionnement	Le corps est maintenu dans son rythme biologique naturel grâce à un éclairage proche de la clarté diurne efficace sur le plan biologique. Le conducteur peut ainsi rester plus en forme – un « effet cabriolet » virtuel se met en place. La sécurité physiologique accrue qui en résulte contribue à une réduction du risque d'accident.
Dans le détail	<ul style="list-style-type: none"> • Un éclairage à teneur élevée en lumière bleue est diffusé sur le conducteur sans l'éblouir via une lampe à LED spéciales intégrée dans le pare-soleil sur une large surface côté conducteur. Il est activé de jour pendant le trajet. • La même source de lumière permet également de projeter une douche lumineuse tonifiante à l'arrière à l'arrêt, pendant la marche ou même, dans une perspective plus lointaine, durant un trajet entièrement automatisé et un réveil lumineux revitalisant en fin de programme Powernap. • En 2001, les chercheurs ont découvert,² outre les cônes (pour la vision des couleurs) et les bâtonnets (pour la vision crépusculaire) déjà connus, un troisième photorécepteur dans la rétine de l'œil. Ces gangliocytes spéciaux sont photosensibles, mais ne sont pas mis à contribution pour voir. Ils réagissent avant tout à la partie bleue de la lumière diurne et régulent les processus biologiques dans le corps en cas d'incidence de lumière. Parmi ceux-ci figurent la régulation du cortisol (hormone du stress) et de la mélatonine (hormone du sommeil) dans le corps humain. Ce processus conduit à être réveillé et performant ou fatigué et capable de se régénérer.

² Brainard et al 2001 : Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans : Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor.

Capteurs	Un capteur de luminosité intégré dans le pare-brise enregistre la luminosité ambiante et réduit l'intensité de la lampe au crépuscule ou dans un tunnel. Tout éblouissement est ainsi évité et le système ne s'active qu'en journée.
----------	--

Communication coopérative avec l'environnement immédiat du véhicule
DIGITAL LIGHT

Prendre garde aux autres : générer la confiance par la communication

Le contact visuel est un élément essentiel de compréhension mutuelle dans le trafic routier. Et nous partons du principe, la plupart du temps à juste titre, qu'une personne qui nous a vu tiendra forcément compte de nous. Ce niveau relationnel et cette expérience ne sont plus de mise avec les véhicules à conduite automatisée. Mercedes-Benz considère donc l'empathie et la confiance comme des facteurs centraux pour l'acceptation des véhicules autonomes. Car pour que les hommes fassent confiance à la voiture autonome, ils doivent pouvoir reconnaître directement et intuitivement ses intentions – il s'agit de ce que l'on pourrait appeler la « confiance informée ». L'ESF 2019 fait à cet égard un grand pas en direction des autres usagers de la route. Ses capteurs – bien entendu pas encore complètement aboutis dans le véhicule expérimental – ont non seulement le trafic routier en ligne de mire, mais l'ESF communique également dans toutes les directions. Et cela rend non seulement ses intentions claires, mais peut aussi mettre en garde les autres usagers de la route. Y compris quand ceux-ci sont inactifs et positionnés sur le bas-côté – comme un passant vigilant et attentif.

« Je t'ai vu », « Je reste immobile », « Attention, fin de bouchon » ou « Je te cède le passage » – les automobilistes envoient sans cesse ce type de signaux aux autres usagers de la route. Avec ses signes lumineux turquoise clairement visibles, l'ESF 2019 le peut aussi. Le véhicule génère ainsi une confiance informée. La communication s'effectue de multiples façons et notamment via :

- le grand panneau avant
- les LED dans l'unité de capteurs sur le toit, dans les clignotants des rétroviseurs extérieurs et dans le troisième feu stop
- les projections sur la lunette arrière.

Des avertissements et des messages sont transmis via des animations et des symboles. Les mises en garde sont entourées en rouge, selon leur degré d'urgence, notamment lors des animations sur la lunette arrière.

L'ESF 2019 montre clairement ses intentions lorsqu'elle laisse par exemple un piéton traverser la rue ou qu'elle cède le passage à une voiture. Le véhicule peut même mettre en garde les usagers de la route circulant en aval contre des dangers situés en amont.

L'ESF 2019 dispose en outre de la technologie de projecteurs révolutionnaires DIGITAL LIGHT avec feux de route quasiment non éblouissants en qualité HD dotés d'une résolution de plus de deux millions de pixels. Avec la technologie DIGITAL LIGHT novatrice commandée par logiciel, des symboles peuvent ainsi être projetés en qualité HD sur la chaussée, par exemple comme information supplémentaire pour le conducteur³

Comme les capteurs d'un véhicule hybride rechargeable concernant l'alimentation électrique ne sont pas tributaires d'un moteur thermique en fonctionnement, ledit véhicule pourra lui-même veiller sur le trafic lorsqu'il sera branché sur une borne de recharge. Il pourrait ainsi mettre en garde les automobilistes contre des piétons s'engageant sur la chaussée sans regarder ou alerter un automobiliste en passe de bifurquer de la présence de cyclistes à l'approche. Dans le même temps, les piétons ou les cyclistes peuvent aussi être alertés d'un danger imminent : car l'ESF 2019 partage ses connaissances sur les risques avec son environnement direct et peut ainsi prémunir les autres d'un éventuel accident.

Les études le montrent : les piétons préfèrent la couleur de communication turquoise

Les signaux lumineux à 360° revêtent une importance particulière dans l'information des piétons. C'est ce qu'ont montré plusieurs études réalisées par Mercedes-Benz à Sindelfingen, ainsi que dans le Centre de test et de technologie d'Immendingen ouvert en septembre 2018 avec un véhicule coopératif sur la base d'une Classe S. Ces travaux ont étudié comment les

³ Les nouvelles technologies doivent toujours s'inscrire dans le cadre juridique en vigueur dans le pays de commercialisation concerné et doivent par conséquent être adaptées en conséquence. Les possibilités d'homologation sont actuellement en cours d'examen.

piétons réagissaient dans différentes situations de conduite à des véhicules ultra automatisés dotés de signalisations différentes. Il est apparu clairement que les signaux lumineux avaient un impact décisif sur l'acceptation des véhicules à conduite automatisée, ainsi que sur le sentiment de sécurité des piétons.

La majorité des participants à l'étude avait une préférence pour des signaux lumineux de couleur turquoise et un affichage à 360°. Mercedes-Benz présente les résultats des études sur le thème « Conduite automatisée et autonome » à SAE International, une association internationale d'ingénieurs développant et proposant entre autres des normes et des standards dans le domaine de la mobilité. Mercedes-Benz y recommande l'utilisation de la couleur turquoise, non utilisée jusqu'ici dans le secteur automobile, pour signaler le mode de conduite automatisé et communiquer avec l'environnement.

Signal vers l'arrière : projections sur la lunette arrière

La lunette arrière de l'ESF 2019 joue un rôle important dans l'interaction avec le trafic situé en aval. Elle dispose pour ce faire d'un film capable, si nécessaire, de passer de l'état transparent à l'aspect translucide et de servir ensuite de surface de projection pour un projecteur laser situé dans le coffre. Celui-ci peut non seulement projeter des symboles et des avertissements textuels, mais aussi l'image fournie par la caméra avant sur la lunette arrière.

Si l'ESF laisse par exemple un piéton traverser la rue, la situation sera expliquée aux usagers de la route en aval par une projection sur la lunette arrière : Un symbole précis pourquoi l'ESF s'arrête, la projection finale de l'image filmée par la caméra montre le piéton devant l'ESF et permet aux usagers de la route en aval d'être « clairvoyants ». L'ESF communique ainsi clairement ses intentions et le trafic situé en aval ne sera pas incité à effectuer une manœuvre de dépassement.

Fiches descriptives : Communication coopérative avec l'environnement immédiat du véhicule, DIGITAL LIGHT

Autoroute	
Fonctionnement	Comportement coopératif et communication avec d'autres usagers de la route : L'ESF 2019 communique ses intentions et partage ses connaissances sur les dangers imminents. Elle génère ainsi plus de sécurité pour tous les usagers de la route.
Dans le détail	<ul style="list-style-type: none"> • Place aux véhicules qui se rabattent : le panneau avant diffuse des signaux lumineux vers l'avant lorsque l'ESF 2019 détecte l'intention de changer de file d'une voiture circulant sur une voie adjacente en amont et ralentit pour la laisser s'insérer ou se rabattre dans le trafic ou dans les rétrécissements. • Couloir de secours : dans les embouteillages, l'ESF 2019 roule automatiquement décalée afin de laisser le passage aux véhicules d'intervention. Elle « explique » ce comportement à son environnement via la lunette arrière et le panneau avant, et montre ainsi la voie aux autres automobilistes. • Mise en garde contre les voitures circulant à contre-sens : L'ESF 2019 est constamment informée via son serveur Backend de risques potentiels sur la portion de route en amont. En cas de voiture circulant à contre-sens, elle actionne son clignotant droit et se maintient de manière correspondante dans la voie de droite. Une animation sur la lunette arrière fournit cette information aux véhicules environnants • Avertissement de fin de bouchon : si l'ESF 2019 détecte via ses capteurs ou son serveur Backend la fin d'un bouchon, elle transmettra cette information aux usagers de la route situés en aval

	<p>via une projection sur la lunette arrière. Dans le même temps, les feux de détresse sont activés.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signalements de danger locaux : d'autres mises en garde, par exemple contre du verglas, des zones de travaux ou tout autre secteur dangereux sont projetées via une icône sur la lunette arrière.
Du point de vue de la recherche en accidentologie	<p>En 2017, 22 personnes ont perdu la vie sur les autoroutes et les routes à grande vitesse allemandes à cause d'une voiture circulant à contre-sens⁴. Grâce à un message correspondant sur la lunette arrière, ce nombre pourrait être réduit.</p>
Capteurs	<p>Le système de capteurs très complet de l'ESF 2019 permet de reconnaître d'autres usagers de la route et leur sens de déplacement. Dans le même temps, l'ESF 2019 est informé à tout moment via sa connexion permanente au serveur Backend de la présence de dangers potentiels sur la portion de route située en amont.</p>

⁴ Source : Office fédéral de la statistique.

Ville : avertissement des piétons et des cyclistes	
Fonctionnement	Les capteurs de l'ESF 2019 garée ou branchée à une borne de recharge restent vigilants à l'arrêt et peuvent reconnaître un risque d'accident dans son environnement direct. S'il existe un risque de collision entre les autres usagers de la route, l'ESF 2019 attire leur attention sur cette situation et les met en garde si nécessaire. Dans un environnement urbain, les usagers de la route sans protection tels que les piétons et les cyclistes pourront tout particulièrement en profiter.
Dans le détail	<ul style="list-style-type: none"> • Si un piéton pénètre dans l'espace entre l'ESF 2019 et d'autres véhicules garés, l'éclairage intermittent blanc situé sur l'unité de toit attirera l'attention des autres véhicules sur lui. Dans le même temps, il incitera aussi le piéton à faire très attention au trafic en cours. • S'il existe un danger imminent car le piéton se dirige vers la chaussée, l'ESF 2019 déclenchera des avertissements pour éviter autant que faire se peut l'accident : Un bandeau de LED rouge intermittent, l'éclairage latéral PRE-SAFE®, le panneau avant et les phares focalisent l'attention sur le piéton. Celui-ci est en outre alerté par un signal sonore. • Il en va de même des cyclistes souvent cachés par les véhicules en stationnement et donc difficiles à repérer au moment de bifurquer. Si l'ESF 2019 en stationnement reconnaît un tel risque à un carrefour ou dans une voie d'accès, il utilisera sa capacité à communiquer afin d'attirer l'attention sur la situation et, le cas échéant, avertir les deux parties.
Capteurs	Le système de capteurs très complet de l'ESF 2019 permet de reconnaître d'autres usagers de la route et leurs intentions.

Ville : interaction avec les piétons	
Fonctionnement	L'ESF 2019 s'arrête par exemple au niveau des passages ou des bifurcations pour piétons et montre qu'elle a vu le piéton. Elle signale qu'elle attend jusqu'à ce que celui-ci ait fini de traverser.
Dans le détail	<ul style="list-style-type: none"> • La voiture signale par un clignotement lent des LED turquoise sur les boîtiers des capteurs avant qu'elle a repéré le piéton et s'arrête. • Sur le panneau avant s'affiche un geste animé qui signale que l'ESF 2019 laisse le piéton traverser la chaussée. Les LED sur les boîtiers des capteurs « suivent des yeux » les piétons qui traversent comme le regard d'un conducteur attentif. Elles signalent ainsi que le véhicule prend en compte le piéton et ne repartira pas avant que la voie ne libre. • Les LED situées sur le toit clignotent pour finir en direction des piétons ayant quitté la chaussée. La voiture ne redémarre qu'après. • Pour le trafic situé en aval, l'arrêt est « expliqué » par un symbole compréhensible sur la lunette arrière. Pendant que le piéton traverse la rue, l'image d'un piéton est projetée sur la lunette arrière pour que le trafic en aval reste « clairvoyant » et ne double pas.
Capteurs	Le système de capteurs très complet de l'ESF 2019 permet de reconnaître d'autres usagers de la route et leurs intentions.

DIGITAL LIGHT	
Fonctionnement	<p>Grâce à la technologie d'avant-garde DIGITAL LIGHT et à sa commande logicielle, il est en outre possible de projeter des symboles en haute définition sur la chaussée. Le conducteur peut ainsi visualiser des indications directement dans son champ de vision, mais ce système permettra aussi, à terme, de communiquer avec l'environnement.</p> <p>Les fonctions en un coup d'œil :⁵</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lignes de guidage : Dans les zones de chantier, deux traces lumineuses correspondant à la largeur de la voiture sont projetées sur la chaussée. Ces lignes de guidage servent d'orientation au conducteur. • Repérage optimisé des piétons : Si la présence d'un piéton est détectée dans la zone dangereuse située à proximité de la chaussée, une flèche orientée dans la direction correspondante apparaît sur la route. Ce repérage vient s'ajouter à celui déjà généré par l'assistant de feux de route adaptatifs. • Repérage de distance : Cette fonction aide le conducteur à ajuster la distance à réguler en fonction de la situation. En cas d'activation du régulateur de vitesse et de distance DISTRONIC PLUS ou de modification de la distance paramétrée par le conducteur, un repère de distance apparaît sur la chaussée pour l'aider à adapter ses réglages et sa conduite.
Dans le détail	<p>Chaque phare intègre des puces électroniques qui commandent plus d'un million de micro-miroirs, soit plus de deux millions au total par véhicule. Le système fonctionne avec des systèmes de caméra et des capteurs embarqués qui détectent les autres usagers</p>

⁵ Les nouvelles technologies doivent toujours s'inscrire dans le cadre juridique en vigueur dans le pays de commercialisation concerné et doivent par conséquent être adaptées en conséquence. Les possibilités d'homologation sont actuellement en cours d'examen.

	de la route, tandis que des calculateurs performants analysent les données et les cartes numériques en quelques millièmes de seconde avant de transmettre aux phares les ordres qui permettent d'adapter au mieux la répartition de la lumière dans toutes les situations.
Fonction supplémentaire	Avec des feux de route quasiment non éblouissants en qualité HD avec une résolution de plus de deux millions de pixels, DIGITAL LIGHT offre un degré de précision encore supérieur à celui des phares MULTIBEAM LED. Elle réduit ainsi au minimum le risque d'éblouissement des autres usagers de la route.
Capteurs	Systèmes de caméra et de capteurs, données de navigation

Protection préventive, y compris pour les plus petits

Près de 11 000 enfants passagers d'une voiture particulière ont été impliqués dans un accident de la route en Allemagne en 2017, indique l'Office fédéral de la statistique. Avec PRE-SAFE® Child, Mercedes-Benz montre à présent à l'aide de l'ESF 2019 comment encore améliorer la protection des enfants. Avant toute éventuelle collision, le concept de sièges enfants PRE-SAFE® Child permet de tendre de manière préventive les ceintures du siège et de positionner des éléments de protection contre les collisions latérales. La surveillance de l'installation et des données vitales est une autre fonction intégrée dans le siège.

Avec le système de protection préventive des occupants PRE-SAFE®, Mercedes-Benz est entrée en 2002 dans une nouvelle ère de la sécurité automobile, intégrant des fonctions de sécurité active et passive. Car PRE-SAFE® peut activer de manière préventive des mesures de protection pour les passagers des voitures particulières. L'objectif est de préparer les occupants et le véhicule à un choc imminent de manière à ce que les ceintures et les airbags puissent notamment fournir leur plein effet protecteur durant la collision.

A bord de l'ESF 2019, les plus petits profitent à présent aussi de la protection PRE-SAFE® et d'un système de protection contre les collisions latérales avec éléments protecteurs intégrés de chaque côté du siège et qui s'en extraient automatiquement dans une situation PRE-SAFE®.

Le siège enfant est connecté au véhicule par ondes radio. Si les capteurs du véhicule détectent une manœuvre relevant de PRE-SAFE® (par exemple une embardée), ceux-ci enverront un signal au siège enfant qui enclenchera les mesures de protection correspondantes.

En l'espace de quelques millisecondes, les sangles du siège enfant sont tendues et l'élément de protection contre les collisions latérales est extrait du dossier dès l'activation de solénoïdes. L'alimentation électrique est assurée par une batterie intégrée dans le siège enfant.

Le grand avantage du système : L'enfant est maintenu de manière plus efficace et plus précise dans son siège par la tension de la ceinture et l'effet de mou est réduit. Ainsi, les contraintes exercées sur l'enfant diminuent considérablement. Les éléments de protection contre les collisions latérales suivent ce principe.

Le système de ceintures cinq points du siège enfant est tendu de manière mécanique. Voici comment : Le siège enfant peut pivoter pour permettre d'installer ou de sortir l'enfant lorsque l'assise est positionnée face à la porte. La rotation finale à 90° permet de placer le siège dans le sens de la marche ou à contre-sens et de tendre le système. La force du ressort générée est utilisée pour tendre la sangle intégrée dans le siège dès que le véhicule détecte une situation de déclenchement de PRE-SAFE®. A l'utilisation et à la rotation suivantes du siège enfant, le système réversible pourra être de nouveau tendu.

Il en va de même des éléments de protection contre les collisions latérales intégrés dans le siège qui s'extraient du dossier dans une situation PRE-SAFE®. Le positionnement des éléments s'effectue toujours du côté de la porte que le siège soit placé dans le sens de la marche ou en sens contraire. La prétension mécanique du système est déclenchée par simple pression manuelle des éléments de protection dans le siège. Ceux-ci ne gênent donc pas l'usage quotidien du siège.

Surveillance de l'installation : elle réduit le risque d'erreur de manipulation

Selon une étude de la recherche en accidentologie des assureurs (UDV) publiée en octobre 2018, près d'un siège enfant sur deux n'est pas correctement monté dans le véhicule. Sur les 1 042 enfants participant à l'étude, 48 % n'étaient pas correctement sécurisés dans le siège enfant. Parmi les principales erreurs relevées figurait le montage du siège ou la sécurisation par les sangles.

La surveillance de l'installation du siège enfant connecté de l'ESF 2019 doit empêcher une telle erreur de manipulation. Huit symboles figurant directement sur le siège et des animations tridimensionnelles correspondantes affichées sur l'écran média du système MBUX du véhicule guident l'utilisateur de manière intuitive à travers les différentes étapes du montage et signalent si celles-ci ont été correctement exécutées.

Surveillance des données vitales : elle réduit le risque d'erreur d'inattention

Page 33

i-Size est un standard optimisé pour les sièges enfants. Conformément au règlement de sécurité ECE R129, les sièges enfants i-Size sont à installer dos à la route sur les fixations ISOFIX. Les enfants de 0 à 15 mois peuvent ainsi être transportés de manière réglementaire contre le sens de la marche. Avantage de ces sièges enfants dos à la route : en cas de collision frontale, la tête et la nuque des jeunes enfants subissent moins de contraintes que dans un siège enfant dans le sens de la marche.

L'inconvénient de cette installation dos à la route est cependant que l'enfant ne peut plus être observé du poste de conduite. Pour que le conducteur ou la conductrice ne détournent pas leur attention du trafic pour vérifier comment va votre enfant sur la banquette arrière, le siège enfant connecté de l'ESF 2019 surveille la température, le pouls, la respiration et le sommeil de l'enfant. Pendant le trajet, des animations informent le conducteur sur l'écran média de l'état de l'enfant (par ex. « Tout va bien » ou « L'enfant se réveille »). La présentation peut être comprise de manière intuitive et le système ne nécessite aucun rétroviseur supplémentaire dans l'habitacle.

Une caméra est en outre installée sur le siège enfant. A l'arrêt, par ex. à un feu de circulation, le conducteur peut donc afficher momentanément une image vidéo live sur l'écran média. Toutes les données vitales peuvent être transmises pendant la marche, mais aussi, sur demande, via l'application Mercedes me sur un smartphone afin par ex. d'informer l'autre parent de l'état de l'enfant.

Fiche descriptive : PRE-SAFE® Child

Siège enfant connecté⁶ avec fonctions PRE-SAFE®	
Fonctionnement	<p>Avant une collision imminente, les sangles du siège enfant sont tendues et les éléments de protection contre les collisions latérales sont extraits lorsque le seuil de déclenchement de PRE-SAFE® est atteint. Grâce à un meilleur maintien dans son siège, l'enfant sera mieux protégé des forces appliquées lors de situations dangereuses telles qu'un freinage d'urgence autonome. L'enfant subit en outre moins de contraintes u niveau de la tête et de la nuque grâce à une meilleure fixation au véhicule en cas de collision.</p>
Dans le détail	<ul style="list-style-type: none"> • Le siège enfant pouvant pivoter à 90° au moment d'installer l'enfant, le ressort du rétracteur de ceinture est prétendu de manière mécanique. • La prétension mécanique des éléments de protection contre les collisions latérales s'effectue par simple pression manuelle sur le siège de manière à ne pas gêner l'utilisation future du siège. • En cas de déclenchement, les éléments de protection contre les collisions latérales minimisent la distance entre la porte et le siège enfant. • Dès que l'algorithme PRE-SAFE® détecte l'imminence d'une collision, un signal radio est envoyé au siège enfant. En l'espace de quelques millisecondes, la prétension mécanique du système de ceintures cinq points du siège et de l'élément de protection contre les collisions latérales côté porte est activée électriquement par des solénoïdes. L'alimentation électrique

⁶ De la naissance à 4 ans/40-105 cm/0-18 kg ; dos à la route jusqu'à 15 mois.

	nécessaire est fournie par une batterie longue durée intégrée dans le siège enfant.
Fonctions supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Surveillance de l'installation</u> : Huit icônes⁷ sur le siège et des animations 3D correspondantes sur l'écran média signalent un montage correct. • <u>Surveillance des données vitales</u> : température, pouls, respiration, sommeil et durée de présence de l'enfant dans le siège sont surveillés. Pendant le trajet, des animations instructives affichées sur l'écran média informent le conducteur de l'état de l'enfant. • <u>Baby Live Video</u> : à l'arrêt du véhicule, par exemple à un feu de circulation, une image live du siège enfant peut être provisoirement diffusée. Pour ce faire, le siège enfant est alimentée en courant 12 V par le véhicule via USB. • <u>Mercedes me</u> : la surveillance des données vitales et les informations vidéo live peuvent être également transmises à des smartphones via Mercedes me - mais uniquement lorsque le contact est mis.
Du point de vue de la recherche en accidentologie	<ul style="list-style-type: none"> • Selon une étude de la recherche en accidentologie des assureurs (UDV) publiée en octobre 2018, près d'un siège enfant sur deux n'est pas correctement monté dans le véhicule. Sur les 1 042 enfants participant à l'étude, 48 % n'étaient pas correctement sécurisés dans le siège enfant. Parmi les causes principales figuraient des erreurs de montage du siège ou de bouclage de la ceinture. • La surveillance de l'installation du siège enfant ESF doit empêcher toute erreur de manipulation de ce type.
Capteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Capteurs véhicule PRE-SAFE® • Surveillance de l'installation :

⁷ Les icônes indiquent un verrouillage correct de la boucle de ceinture, la prétension PRE-SAFE®, une position bloquée du siège pivotant, la tension de la ceinture, le verrouillage ISOFIX, la béquille avec contact avec le sol, la liaison radio, l'alimentation électrique

	<ul style="list-style-type: none">• Capteurs intégrés de mesure des données vitales de l'enfant• Caméra dans le siège pour la fonction vidéo et la collecte de données vitales
--	---

Robot en service : le triangle de présignalisation 4.0

« Attention sur l'A8 Stuttgart Direction Munich, danger en raison d'une zone d'accident non sécurisée peu après l'aéroport de Stuttgart » – chacun connaît ce type d'infos trafic. Le risque d'accidents en chaîne est élevé. Avec des innovations tels qu'un petit robot s'extrayant automatiquement de l'arrière du véhicule en cas d'accident ou de panne pour déposer un triangle de présignalisation sur le bas-côté, Mercedes-Benz montre avec l'ESF 2019 comment améliorer encore la sécurisation des zones dangereuses. Parmi les autres idées figurent un triangle de présignalisation qui se déploie dans le même temps du toit du véhicule, ainsi que la lunette arrière utilisée comme surface de communication. Les messages aux autres usagers de la route tels que « Les secours arrivent » peuvent s'y afficher.

Pour sa propre sécurité et celle des autres usagers de la route, la mise en place correcte du triangle de présignalisation peut être décisive : Celui qui attire l'attention sur une zone dangereuse en temps voulu et à une distance suffisante permet d'éviter de graves accidents. En Allemagne et dans la plupart des pays de l'UE, il est obligatoire de détenir un triangle de présignalisation à bord de son véhicule.⁸ Le règlement ECE R27 définit les exigences en termes de triangle de présignalisation. Parmi ces critères figurent des valeurs minimales de luminosité en journée comme dans l'obscurité. Un triangle de présignalisation certifié ECE doit en outre résister pendant trois minutes à un vent de 60 km/h.

Mais quelle signalisation prévoir à l'avenir pour les véhicules autonomes et automatisés ? Qui positionnera dans ce cas le triangle de présignalisation ? L'ESF 2019 fournit deux réponses possibles à ces questions – en complément

⁸ Par ailleurs, l'art. 15 du Code de la route (StVO) prévoit : En cas de « trafic rapide », le triangle de présignalisation doit être positionné à une distance minimale de 100 mètres. Les données locales sont bien entendu à prendre en compte. Si le lieu de l'accident est situé derrière un virage, un vallon ou un tertre, il est nécessaire de positionner le triangle de présignalisation à une plus grande distance. Depuis 2014, un gilet de sécurité par occupant doit par ailleurs figurer dans le véhicule et être enfilé en cas de panne ou d'accident.

de Car-to-X-Communication qui peut d'ores et déjà prévenir les autres usagers de la route par voie électronique :

Page 38

- En situation dangereuse correspondante, un petit robot s'extrait automatiquement de l'arrière du véhicule. Le triangle de présignalisation est automatiquement déplié dès que les occupants quittent le véhicule.
- Le toit du véhicule est lui aussi équipé d'un triangle de présignalisation. Dès que le robot est extrait, celui-ci se redresse et alerte ainsi les autres usagers de la route dans une position bien visible. L'avantage pratique : intégré de manière fixe dans la superstructure du toit, il ne peut pas être oublié.

Si l'ESF 2019 n'est pas en mode conduite autonome, les deux fonctions peuvent aussi être activées individuellement par le conducteur.

Dans le même temps, la lunette arrière peut être utilisée comme surface de communication en vue de sécuriser la zone dangereuse. Des messages aux autres usagers de la route tels que « Les secours arrivent » peuvent s'y afficher afin que les autres usagers de la route ne s'arrêtent pas inutilement. D'autres exemples de projections de messages d'alerte sur la lunette arrière figurent dans le chapitre Communication coopérative avec l'environnement du véhicule.

Des mesures de protection qui interviennent même après l'accident

En cas d'accidents complexes impliquant de multiples collisions ou des retournements, le positionnement d'un triangle de présignalisation ne peut être assuré ni par un robot, ni par le dépliage d'un triangle de toit. Il se peut que les feux de détresse ne fonctionnent plus non plus. La nuit, en particulier, cela peut représenter un grand danger pour les autres usagers de la route : Ils pourraient ne pas discerner le véhicule accidenté non éclairé et le percuter sans freiner.

Pour réduire ce risque, l'ESF 2019 dispose d'un éclairage d'urgence électroluminescent. La peinture spéciale (voir les détails de la technologie au Chapitre PRE-SAFE®) est présente sous forme de rayures sur le pare-chocs avant, sur la carrosserie latérale et entre les feux arrière. Avantage : même après un accident à fort taux de dégradation, le véhicule peut rester visible grâce à l'éclairage des autres usagers de la route.

Sur les véhicules Mercedes-Benz, une multitude de mesures contribuent à réduire les conséquences d'un accident et à faciliter l'intervention des services de secours pour venir en aide aux occupants. Dès qu'un système de protection (rétracteur de ceinture ou airbag, par exemple) est activé, qu'un appel d'urgence ou un appel à l'aide est lancé, ou qu'une panne est détectée, les mesures suivantes sont déclenchées (selon le type et la gravité de l'accident) :

- Activation automatique du système d'appel d'urgence Mercedes-Benz de manière à transmettre le lieu et la position de l'accident et de déclencher l'intervention des secours, transmission des données via un module de communication intégrant une carte SIM propre
- Le cas échéant, coupure de l'alimentation électrique haute tension (sur les véhicules électriques)
- Activation des feux de détresse afin de sécuriser le lieu de l'accident et de protéger les occupants contre les collisions en chaîne
- Allumage de l'éclairage intérieur de manière à faciliter l'orientation des occupants et des services de secours
- Abaissement des vitres latérales avant de quelques centimètres en cas de déclenchement d'un airbag, afin d'aérer l'habitacle de faciliter l'orientation des occupants du véhicule
- Désactivation du verrouillage centralisé pour faciliter l'accès des sauveteurs au véhicule
- Relevage de la colonne de direction à réglage électrique pour permettre au conducteur de descendre plus facilement du véhicule ou d'y accéder plus aisément
- Envoi d'un message à Car-to-X Communication et au Mercedes-Benz Service-Center (Mercedes me ou appel de service), en cas de panne ou d'accident détecté, afin de prévenir les autres conducteurs de la présence de véhicules accidentés ou immobilisés et de proposer au conducteur d'être mis automatiquement en rapport avec le Mercedes-Benz Service-Center.
- Les autocollants de sauvetage renvoient directement à la fiche de sauvetage du véhicule. Apposés sur la face intérieure du bouchon du réservoir ou du couvercle de coffre et sur le montant B opposé, ces autocollants Mercedes-Benz sont pourvus d'un code QR. Lors de leur intervention, les services de secours ont la possibilité de scanner ce code QR à l'aide d'un smartphone ou d'une tablette pour accéder rapidement et efficacement à la fiche de sauvetage adéquate destinée à leur faciliter la tâche.

- L'application Rescue Assist pour smartphones et tablettes propose, outre les fiches de sauvetage, des vues en 3D du véhicule. Celles-ci peuvent désormais être visionnées également hors connexion en cas d'absence de réseau de radiotéléphonie sur le lieu de l'accident.
- L'assistant novateur en cas d'urgence affiche d'importantes consignes de sécurité sur l'écran média car les situations de panne, d'urgence et d'accident peuvent constituer une situation de stress excessif pour les occupants du véhicule. Il indique notamment où se trouve la boîte de premiers secours ou la trousse de secours. Il rappelle aux occupants de revêtir leurs gilets de sécurité et explique comment détacher sa ceinture si la voiture se retrouve sur le toit après l'accident. Il peut en outre baisser automatiquement le volume du système audio.

Fiche descriptive : Sécurisation des zones dangereuses

Robot du triangle de présignalisation	
Fonctionnement	Un robot est implanté à l'arrière du véhicule. Celui-ci s'extrait de son logement en cas de panne ou d'accident et positionne automatiquement un triangle de présignalisation éclairé à distance correspondante du véhicule afin d'alerter les autres usagers de la route.
Dans le détail	Un petit robot (longueur/largeur/hauteur : 38/26/14 cm) s'extrait automatiquement de son logement de type tiroir situé dans le soubassement du véhicule dans une situation dangereuse correspondante. Dès qu'il a quitté le véhicule à l'arrêt, le triangle de présignalisation est automatiquement déplié. Plus tard, le robot retourne dans le véhicule avec le triangle replié. Si nécessaire, le robot peut également être extrait du véhicule à l'arrêt par le conducteur. L'activation du triangle de présignalisation pourrait s'effectuer à la réception d'un signal de collision ou via le serveur Backend. Le robot est rechargé dans son logement embarqué via des ressorts de contact.
Fonction supplémentaire	Le triangle de présignalisation ne risque plus d'être oublié et le risque d'accident au moment de son positionnement diminue. Le positionnement automatique est en outre une solution d'avenir pour les véhicules autonomes.
Capteurs	Caméras vidéo intégrées dans le robot pour son orientation aux abords du véhicule grâce à la reconnaissance des lignes et des glissières de sécurité, et informations GPS. Le robot retrouve son chemin jusqu'au véhicule grâce à des LED infrarouges.

Triangle de présignalisation de toit	
Fonctionnement	Lorsque le robot du triangle de présignalisation quitte le véhicule en cas de panne ou d'accident, le triangle de présignalisation se déploie automatiquement du toit du véhicule. Grâce à sa position bien en vue, il pourra alerter efficacement les autres usagers de la route. Le triangle de présignalisation peut aussi être actionné manuellement par simple pression sur une touche dans l'habitacle.
Dans le détail	Le triangle de présignalisation est intégré dans le support des LED de communication et repose en temps normal à plat sur le toit. Grâce aux broches filetées à commande électrique reliées via une ferrure en forme de crochet aux deux angles inférieurs du triangle de présignalisation, celui-ci est redressé. Une fois la situation dangereuse écartée, il sera rabattu. Le triangle de présignalisation est également doté d'un éclairage à LED.

PRE-SAFE® continue de se perfectionner

Avec PRE-SAFE®, les véhicules Mercedes-Benz ont commencé en 2002 à réagir aux dangers avant qu'un accident ne se produise. Ces fonctions ont été perfectionnées au fil du temps. Avec l'ESF 2019, de nouveaux aspects viennent s'ajouter aux fonctions connues : PRE-SAFE® Curve et PRE-SAFE® Side lighting désamorcent les situations durant lesquelles le risque d'accident augmente subitement, mais peut être finalement écarté. PRE-SAFE® Impuls Rear accroît en fin de bouchon la protection des passagers et des autres personnes impliquées dans un éventuel accident.

Même dans les véhicules déjà capables de prendre en charge automatiquement de nombreuses fonctions de conduite, le conducteur pourra continuer à conduire lui-même – et ce, pour son plus grand plaisir. Les systèmes intelligents présents à bord peuvent l'y aider. PRE-SAFE® Curve utilise le rétracteur de ceinture réversible dans les situations où le conducteur aborde rapidement un virage. La tension des ceintures s'effectue bien avant l'amorce du virage pour que le conducteur ait encore le temps de recevoir une consigne et de réduire sa vitesse. Dans le même temps les passagers se sentent mieux maintenus lors du franchissement de la courbe grâce à la tension accrue de la ceinture.

La voiture alerte également les autres usagers de la route (trafic transversal) via la fonction d'PRE-SAFE® Side lighting. Elle repose sur une peinture électroluminescente (pour plus de détails voir la Fiche descriptive).

PRE-SAFE® Impuls Rear essaie d'empêcher une collision arrière imminente grâce à une brève impulsion d'accélération vers l'avant ou de minimiser les conséquences de la collision. L'ESF 2019 maintient une distance suffisante en fin de bouchon, à l'instar d'un conducteur prudent. Si le système reconnaît qu'une collision arrière est imminente, il accélère brièvement la voiture, réduit la distance par rapport au véhicule qui précède et freine de nouveau le véhicule. La chance d'éviter l'accident s'accroît car les usagers de la route situés à l'arrière disposent d'une plus grande distance de freinage. Et pour les passagers de l'ESF 2019, une collision le cas échéant inévitable aura de moins graves conséquences car ils auront déjà subi un pré-accélération et la vitesse

relative sera de fait plus faible. Un autre avantage réside dans le mouvement transmis ce faisant aux passagers. Car ceux-ci sont pressés dans leur siège avant même la collision arrière potentielle et leur tête vient se poser en amont sur l'appuie-tête. Il en résulte une nouvelle réduction du risque de lésions cervicales graves. Les simulations d'accident ont montré que des impulsions d'accélération de quelques centaines de millisecondes pouvaient déjà considérablement réduire l'énergie d'impact.

Une propulsion électrique peut générer des impulsions d'accélération très élevées et mobiliser son couple dès les premiers tours de roues. C'est pourquoi un véhicule électrique a besoin de moins d'un mètre pour passer de 0 à plus de 7 km/h.

Fiches descriptives : Nouvelles fonctions PRE-SAFE®

PRE-SAFE® Curve	
Fonctionnement	Le rétracteur de ceinture électrique réversible accroît la tension de la ceinture de manière préventive avant les virages, selon l'accélération transversale attendue. Pour le conducteur, il s'agit d'un avertissement lui indiquant qu'il a peut-être sous-estimé le virage à l'approche et qu'il est encore temps de freiner.
Dans le détail	<ul style="list-style-type: none"> • A l'aide de données cartographiques, le véhicule détecte un virage et établit à partir de la vitesse et de la courbure du virage une prédiction sur le dépassement de la valeur seuil par l'accélération transversale. • Environ 2,5 secondes avant le moment où le véhicule atteindra selon toutes prévisions une valeur d'accélération transversale seuil, la ceinture est progressivement tendue. • Pendant le franchissement du virage, la ceinture est verrouillée. • Après la courbe, la ceinture est relâchée en douceur. <p>La fonction utilise déjà sur les modèles de série le matériel existant et ne nécessite qu'un algorithme supplémentaire dans le calculateur.</p>
Fonction supplémentaire	Plus de maintien latéral sur le siège
Capteurs	Capteurs de vitesse de rotation de roue et données de navigation

PRE-SAFE® Impuls Rear	
Fonctionnement	<p>Avant d'être percutée à l'arrière par un autre véhicule, l'ESF 2019 à l'arrêt est automatiquement accélérée un court instant, la distance avec le véhicule qui précède est réduite, puis la voiture est de nouveau freinée jusqu'à son immobilité complète. Le véhicule situé en aval dispose alors d'une plus grande distance de freinage et peut potentiellement éviter la collision.</p> <p>Dans le même temps, PRE-SAFE® Impuls Rear améliore le maintien des passagers contre leur dossier et leur appuie-tête et réduit ainsi de possibles contraintes, en particulier le risque de lésions cervicales graves.</p>
Dans le détail	<ul style="list-style-type: none"> • L'ESF 2019 est positionnée à une distance suffisante en fin de bouchon. Si l'algorithme calcule que le véhicule en aval roule trop vite pour éviter une collision, celui-ci sera alerté par l'activation des feux de détresse arrière. • Peu avant une collision arrière, une forte accélération est automatiquement déclenchée afin de plaquer les passagers contre leur dossier et leur appuie-tête au moment de la collision. • Une activation du système n'aura lieu que s'il est établi que l'espace séparant la voiture du véhicule qui précède est suffisant. Après une courte phase d'accélération, le système déclenche une forte décélération jusqu'à l'immobilisation de la voiture grâce au relèvement de la pression de freinage. A partir du moment où se déroule la collision par l'arrière et juste avant toute collision avec le véhicule qui précède, l'accélération est interrompue et un freinage à fond est déclenché.
Fonction supplémentaire	Le véhicule en aval dispose d'une plus grande distance de freinage pour décélérer son véhicule.
Capteurs	Enregistrement de l'environnement immédiat du véhicule (caméras, capteurs lidar, ultrason, radar)

PRE-SAFE® Side lighting	
Fonctionnement	Des surfaces latérales lumineuses sont activées de manière ciblée sur le véhicule en cas de collision latérale imminente dans un carrefour afin de rendre le véhicule plus aisé à repérer pour le trafic transversal.
Dans le détail	Des surfaces lumineuses électroluminescentes sont intégrées dans les flancs de la carrosserie. La peinture y est composée de plusieurs couches. Entre deux couches conductrices, un champ électrique est appliqué de manière à activer le matériau électroluminescent de la couche intermédiaire. Les surfaces lumineuses sont activées lorsque les capteurs du véhicule reconnaissent une situation critique avec le trafic transversal à un carrefour.
Fonction supplémentaire	Les surfaces lumineuses peuvent être également utilisées pour d'autres situations dangereuses afin de rendre le véhicule clairement visible ou transmettre des avertissement (voir Chapitre relatif à la Communication coopérative avec l'environnement immédiat du véhicule).
Du point de vue de la recherche en accidentologie	21,6 % des accidents dont la principale cause officielle est le non-respect de la priorité, ont lieu dans l'obscurité ou au crépuscule. ⁹
Capteurs	Enregistrement de l'environnement immédiat du véhicule (capteurs lidar, radar, caméras, données de navigation, C2X)

⁹ Source : Documentation GIDAS 12/2018.

Airbag innovant pour l'arrière et grande offensive contre les anti-ceinture

Le développement de l'airbag Mercedes-Benz commence dès l'année 1966. Première solution parvenue à la maturité de série, l'airbag conducteur est introduit en 1980 sur la Classe S de la série 126. Et l'idée d'un coussin d'air protecteur comme élément de sécurité passive est loin d'être éculée comme l'airbag arrière innovant de l'ESF 2019 le montre. Avec l'approche-ceinture, le voyant de bouclage de ceinture, la boucle de ceinture à USB et le chauffage de la sangle, quelques idées ont en outre été mises en œuvre sur l'ESF 2019 pour motiver par de nouveaux moyens les passagers arrière à boucler leur ceinture

L'airbag arrière utilise un concept de remplissage spécial inédit pour le gonflage et le positionnement du coussin d'air. Il possède pour ce faire une structure tubulaire de conception nouvelle. Les corps cylindriques sont rapidement remplis d'air comprimé en cas de collision et forment une ossature similaire à ces nouvelles tentes gonflables pour lesquelles les tubes pneumatiques remplacent les tiges. Le point fort de l'airbag est l'espace entre les tiges de l'ossature. Les parois latérales absorbent l'air environnant sans délai et le retiennent prisonnier lorsque le passager s'enfonce dedans. Le passager peut ainsi être soutenu et les contraintes exercées sur sa tête et ses vertèbres cervicales en cas de collision frontale grave peuvent être réduites de 30 % maxi.

La conception d'un airbag pour les collisions arrière à l'arrière du véhicule exige un autre concept qu'un airbag conducteur ou passager avant conventionnel. Car l'espace requis n'est pas le même. La latitude de mouvement des occupants est grande et l'airbag doit être logé dans le dossier réglable des sièges avant. Par ailleurs, les enfants et les adultes sont assis de façon très différente à l'arrière du véhicule.

Une attention particulière a donc été accordée au déploiement si possible protecteur du coussin d'air si des personnes ou des objets se trouvent dans la zone de déploiement. La conception particulière de ce nouveau coussin d'air

contribue pour une part essentielle aux exigences internes de Mercedes-Benz, partiellement dérivées des contrôles pour les airbags passagers avant. Les tubes gonflables s'escamotent au contact de contours d'interférence, par exemple d'un siège enfant dos à la route. La contrainte n'est pas exercée sur le contour d'interférence, mais le contourne.

Le taux de bouclage de ceinture est ainsi en hausse à l'arrière

Conducteur et passager avant sont entretemps protégés dans presque toutes les voitures particulières de série par des ceintures de sécurité trois points et, en complément, des airbags frontaux et latéraux. Aux places arrière, les ceintures de sécurité trois points sont proposés de série. Le taux de bouclage est passé à près de 100 % depuis l'introduction de l'obligation de port de ceinture aux places arrière en Allemagne (1984) selon l'Institut fédéral de recherche routière (BASt). Sur certains marchés, le taux de bouclage de ceinture à l'arrière est en revanche très faible. Cependant, lorsque les passagers aux places arrière sont impliqués dans des accidents, le risque de blessure est tout aussi élevé que celui des passagers assis à l'avant. De plus, les passagers arrière non attachés peuvent être propulsés vers l'avant en l'absence de système de retenue et grièvement blesser les personnes attachées aux places avant.

Du point de vue des accidentologues, il est donc important d'inciter les passagers assis aux places arrière à boucler leur ceinture par de nouveaux moyens et de les y aider. A bord de l'ESF 2019, quelques idées ont été mises en œuvre dans cette optique :

- Approche-ceinture : il approche la ceinture dès que les portes sont fermées. Il est ainsi nettement plus aisé de se saisir de la ceinture.
- Voyant de bouclage de ceinture : facilite la manipulation de la boucle de ceinture et le bouclage de la ceinture.
- Boucle de ceinture à USB : incite le passager à boucler sa ceinture de sécurité en ne débloquant la prise USB qu'après le bouclage de la ceinture.
- Chauffage de la sangle : incite à boucler sa ceinture et peut réduire l'effet de mou car les passagers en raison de la fonction de chauffage près du corps de la sangle renoncent à garder leurs vestes épaisses et leurs manteaux. La sangle chauffante accroît en outre en liaison avec le chauffage de siège le confort thermique à bord du véhicule.

Fiches descriptives : confort et sécurité à l'arrière

Airbag arrière	
Fonctionnement	L'airbag arrière est spécialement conçu pour une utilisation aux places arrière. Sa conception permet une meilleure protection des passagers arrière en cas de collision frontale graves. Le déploiement particulièrement protecteur prend en compte les situations très variées à l'arrière.
Dans le détail	L'airbag arrière est doté de structures tubulaires remplies d'air comprimé qui se déploient pour offrir une ossature en forme d'ailes. Un grand airbag en forme de tente se met en place entre les deux ailes et son enveloppe s'emplit dans le même temps d'air ambiant grâce à des valves spéciales brevetées. La conception des valves empêche l'air de ressortir lorsque le passager avant s'enfonce dans l'airbag. Le volume relativement faible des tubes permet le déploiement rapide d'un volume d'airbag relativement important. Ce processus se déroule cependant avec un déploiement de force relativement faible et un risque de blessure minime dans la mesure où les ailes tubulaires esquivent les obstacles. Le volume de l'airbag suffit pour protéger le passager attaché des collisions avec les sièges avant et réduire les contraintes exercées sur la tête et les vertèbres cervicales en cas de collision frontale grave de 30 % maxi.
L'airbag arrière du point de vue de la recherche en accidentologie	Lors de collisions frontales, 12 % des passagers arrière souffrent de blessures à la tête, environ 10 % de blessures au niveau des vertèbres cervicales/de la nuque alors qu'ils sont attachés. ¹⁰
Capteurs	Capteurs d'airbag, détecteur d'occupation de siège

¹⁰ Source : GIDAS 6/2018, tous les niveaux AIS : 1-6.

En Allemagne, le taux de bouclage de la ceinture est de 97 % à l'avant et à l'arrière¹¹. Malgré ce taux élevé, il existe un fort potentiel de réduction du nombre de morts et de blessés graves dans le trafic routier avec une utilisation plus systématique de la ceinture de sécurité. C'est ce que montre une évaluation détaillée des accidents de l'UDV (recherche en accidentologie des assureurs)¹². Cette étude a montré que 28 % des occupants de voitures particulières tués dans un accident de la route et 12 % des blessés graves n'étaient pas attachés ou étaient mal attachés. L'UDV a calculé dans ce contexte qu'actuellement, près de 200 personnes tuées chaque année sur la route et environ 1 500 blessés graves pourraient être évités en Allemagne si tous les occupants de voitures particulières étaient toujours correctement attachés.

Aux Etats-Unis, le taux de bouclage de ceinture aux places arrière est de 70 %, dans ce pays,¹³ 40 % des occupants de voitures particulières tués n'étaient pas attachés.¹⁴ Dans certains pays de l'UE, les taux ne dépassent parfois pas 30-50 % (Hongrie, Portugal, Autriche, Espagne)¹⁵.

¹¹ Source : Forum de Transport International, cité ici :

<https://de.wikipedia.org/wiki/Sicherheitsgurt#Anlegequoten>

¹² <https://udv.de/de/mensch/regelverstoesse/fahrzeug/insassenschutz/nutzen-des-sicherheitsgurtes>

¹³ <https://apps.who.int/gho/data/view.main.51416>

¹⁴ <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812465>

¹⁵ Selon ETSC.

Approche-ceinture arrière	
Fonctionnement	L'approche-ceinture arrière se met en position fonctionnelle après la montée à bord et la fermeture de la porte. Une fois la languette de ceinture insérée dans la boucle de ceinture, l'approche-ceinture retourne dans sa position initiale.
Dans le détail	Une fois la porte refermée, l'approche-ceinture se place à hauteur d'épaule et approche la sangle de la main du passager. Il reste dans cette position jusqu'à ce que l'occupant soit attaché ou retourne dans sa position initiale au bout d'environ dix secondes. Une activation pendant la marche n'est pas possible. L'approche-ceinture arrière est un système favorisant sensiblement le confort et, pour la sécurité passive, le prolongement de l'exigence de port de ceinture à l'arrière.
Capteurs	Contacteur de porte, détecteur de statut de boucle de ceinture, vitesse du véhicule, état du véhicule

Voyant de bouclage de ceinture	
Fonctionnement	Une LED intégrée à la boucle de ceinture s'allume à l'ouverture de la porte et invite les passagers à boucler leur ceinture. Le voyant facilite aussi le repérage de la boucle de ceinture dans l'obscurité et sensibilise les occupants du véhicule à la nécessité de boucler leur ceinture avant même leur montée à bord.
Dans le détail	Un anneau transparent enserrant le contour extérieur de la boucle de ceinture est éclairé par une LED rouge lorsqu'une porte arrière est ouverte. Le signal lumineux ne s'éteindra qu'une fois la languette de ceinture insérée dans la boucle de ceinture.
Fonction supplémentaire	L'éclairage facilite dans les conditions de visibilité défavorables le repérage de la boucle de ceinture. La boucle de ceinture est également éclairée après un accident et améliore ainsi l'orientation.
Capteurs	Contacteur de porte, détecteur de port de ceinture, état du véhicule

Sangle chauffante	
Fonctionnement	<p>Un matériau support constitué de fils chauffants est intégré dans la ceinture de sécurité¹⁶ pour un chauffage rapide et près du corps par temps froid.</p> <p>L'effet chauffant de la sangle vise à inciter le passager à retirer sa veste d'hiver avant de prendre la route et permet ainsi une réduction de l'effet de mou. De plus, la fonction confort invite à respecter l'obligation de port de la ceinture.</p>
Dans le détail	<p>Les fils chauffants peuvent réchauffer la sangle d'environ 48 mm de large en moins de quatre minutes, en la faisant passer par exemple de -10 °C (température ambiante) à la température du corps.</p> <p>C'est nettement plus rapide que le chauffage de siège.</p> <p>La température de la sangle est régulée par un thermostat. Le chauffage de ceinture est activé en parallèle avec le chauffage de siège et se règle sur trois niveaux. Le chauffage intégré réchauffe la sangle sur toute sa largeur. La sangle parvient à une température agréable en quelques instants, y compris par temps froid. Le contrôle de la température peut s'effectuer via des capteurs implantés dans la sangle.</p>
Fonction supplémentaire	<p>La sangle chauffante garantit un confort thermique accru et offre en outre sur les véhicules électriques le potentiel d'une climatisation plus efficace.</p>
Capteurs	<p>Contacteur de boucle de ceinture, capteur de température sur la sangle</p>

¹⁶ Un fil d'alimentation est composé de fins filaments et conduit l'électricité.

Boucle de ceinture avec prise USB	
Fonctionnement	Une prise USB est intégrée dans les boucles de ceinture arrière. Elle permet la recharge et le branchement d'appareils portables lorsque la sangle est bouclée. Une autre fonction peut aussi consister à transmettre des données (par ex. données vidéo ou audio) au système média et à l'écran média.
Dans le détail	Une prise USB-C est intégrée à la boucle de ceinture. Celui qui y branche son appareil bénéficie d'une alimentation électrique, mais aussi d'une connexion au système média du véhicule quand la ceinture est bouclée. Ces fonctions incitent les passagers à s'attacher.
Fonction supplémentaire	La demande de possibilités de branchement d'appareils portables s'accroît à mesure que le nombre de passagers augmente, en particulier à l'arrière. Si un siège enfant est utilisé, la prise C USB peut servir le cas échéant à alimenter en électricité les fonctions électriques de ce siège enfant.
Capteurs	Contacteur de boucle de ceinture

Protection partenariale des piétons et des cyclistes

Les systèmes d'assistance à la conduite peuvent contribuer à éviter des accidents de la route et à minimiser les conséquences des collisions. L'ESF 2019 montre avec le freinage d'urgence assisté actif doté de fonctions optimisées comment protéger avant tout les usagers de la route non protégés dans encore plus de situations de conduite dangereuses. La protection des piétons à 360° est dédiée à la protection des partenaires : Le système alerte et assiste le conducteur pendant le stationnement et les manœuvres en cas de risque de collision avec des usagers de la route plus faibles (piétons, cyclistes) jusqu'à l'intervention de freinage autonome.

Le freinage d'urgence assisté actif avec fonctions optimisées implanté sur l'ESF 2019 offre une protection supplémentaire en particulier dans les situations de conduite dangereuses impliquant des usagers de la route non protégés. Le véhicule reconnaît désormais aussi, au moment de bifurquer, les piétons et les cyclistes qui se déplacent dans le sens de la marche initial. Lorsqu'un risque de collision avec des usagers de la route non protégés traversant la rue dans laquelle s'engage le véhicule est détecté, le conducteur en est alerté par un signal visuel et sonore. S'il ne réagit pas, un freinage autonome est déclenché. Le système intervient de la même façon lorsque des cyclistes sont détectés dans l'angle mort au moment de bifurquer vers la droite.

Si, au moment de bifurquer dans une rue ou de la traverser, il existe un risque de collision du véhicule avec le trafic transversal, le système empêchera tout démarrage ou stoppera le véhicule, y compris s'il roule au pas, via un freinage autonome. Avant de démarrer, le conducteur est tout d'abord incité par un signal visuel à prendre garde au trafic transversal. Dans une situation de danger réelle, un signal visuel et sonore est déclenché en complément. Si le conducteur ne réagit cependant toujours pas, le démarrage est empêché par un freinage à fond ou l'accélération est limitée afin d'éviter une collision. Si nécessaire, un freinage autonome est déclenché jusqu'à l'immobilisation du véhicule. Cette mesure est mise en œuvre à partir du moment où le démarrage conduirait inévitablement à un accident.

Chez Mercedes-Benz, la protection des partenaires s'écrit en lettres majuscules. Inédit : le système de protection des piétons à 360° alerte et assiste le conducteur pendant le stationnement et les manœuvres en cas de risque de collision avec des usagers de la route plus faibles (piétons, cyclistes) en mouvement sur la voie du véhicule jusqu'à l'intervention de freinage autonome. Ce système fonctionne en marche avant et en marche arrière, et même lorsque le piéton est à côté du véhicule.

Dès aujourd'hui, la caméra panoramique disponible sur de nombreuses séries assiste le conducteur lors du stationnement dans un environnement à faible visibilité. Quatre caméras implantées à l'avant et à l'arrière, ainsi que dans les boîtiers de rétroviseurs extérieurs, fournissent des informations via les images enregistrées. Le système en déduit en temps réel une vue aérienne du véhicule et de son environnement.

A bord de l'ESF 2019, les données fournies par les caméras ne sont pas uniquement utilisées pour la représentation visuelle du véhicule sur l'écran média de l'habitacle : Elles sont ajoutées aux informations collectées par les autres capteurs. Cette fusion des données des capteurs permet de réaliser un modèle de l'environnement qui répond aux exigences très élevées de Mercedes-Benz en matière de sécurité et autorise une intervention de freinage autonome si le conducteur ne réagit pas aux signaux d'alerte du véhicule. Dès aujourd'hui, un freinage autonome peut être déclenché lorsque des obstacles sont détectés sur l'emplacement de stationnement tels qu'un piéton et que le véhicule se gare en utilisant l'assistant de stationnement actif avec PARKTRONIC. A bord de l'ESF 2019, le freinage autonome est aussi possible lorsque le conducteur se gare lui-même et donc, même si le véhicule n'est pas engagé dans un processus de stationnement automatique.

Fiches descriptives : Sécurité active

Freinage d'urgence assisté actif avec fonctions optimisées	
Fonctionnement	Réduction du risque de collision avec le trafic transversal, les piétons et les cyclistes au moment de bifurquer dans une rue ou de la traverser
Dans le détail	<ul style="list-style-type: none"> • Lorsqu'un risque de collision avec des usagers de la route non protégés traversant la rue dans laquelle s'engage le véhicule est détecté, le conducteur en est alerté par un signal visuel et sonore. Si nécessaire, un freinage autonome est déclenché. • Si, au moment de bifurquer dans une rue ou de la traverser, il existe un risque de collision de l'ESF 2019 avec le trafic transversal (y compris les cyclistes), le système empêchera tout démarrage ou stoppera l'ESF 2019 roulant au pas via un freinage autonome. • Grâce à un premier signal visuel sur le combiné d'instruments, le conducteur est averti d'une situation dangereuse. Un signal visuel et sonore supplémentaire offre au conducteur de l'ESF 2019 un court laps de temps pour réagir avant le déclenchement d'une intervention de freinage autonome. • Si le conducteur ne réagit pas, le démarrage est empêché par un freinage à fond ou ralenti par une limitation de l'accélération à partir du moment où la situation conduirait inévitablement à un accident. • Si nécessaire, une intervention de freinage autonome est déclenchée jusqu'à l'immobilisation du véhicule.
Capteurs	Capteurs à l'avant du véhicule

Protection des piétons à 360°	
Fonctionnement	Réduction du risque de collision avec des piétons ou des cyclistes immobiles ou en mouvement lors du stationnement ou des manœuvres. Si le conducteur ne réagit pas, une intervention de freinage autonome est également possible en mode de conduite manuel.
Dans le détail	La fusion des capteurs permet une surveillance intégrale du véhicule. Si un risque de collision avec des piétons ou des cyclistes immobiles ou en mouvement sur la voie empruntée par le véhicule est détecté, un freinage d'urgence autonome peut être déclenché. Cette fonction est possible en marche avant et en marche arrière et même si le piéton ou le cycliste est positionné à côté du véhicule.
Capteurs	Capteurs ultrasons (six dans le pare-chocs avant et six dans le pare-chocs arrière), caméras panoramiques (quatre caméras à l'avant et à l'arrière, ainsi que dans les boîtiers des rétroviseurs)

Surmonter les limites du système pour la sécurité de demain

La décision de présenter une ESF dix après l'ESF 2009 est tombée en 2017. Elle est née cette fois-ci de la prise de conscience que l'évolution technique et les attentes à l'égard de la conduite automatisée modifiaient les exigences en matière de technique de sécurité à bord du véhicule. Si la première vague de véhicules de sécurité expérimentaux réagissait à la motorisation de masse des années 1960 et ses chiffres d'accident en hausse, la nouvelle ESF reflète la mobilité du futur et montre de nouvelles approches en lien avec la conduite automatisée. Dans le même temps, l'ESF est toujours une vitrine technologique pour la recherche et le développement en matière de sécurité. L'ESF 2019 présente non seulement les innovations de la technologie de sécurité Mercedes-Benz en prise directe sur le futur, mais aussi des développements dont l'introduction dans la série est actuellement en préparation.

A quoi doit ressembler le système de sécurité d'un véhicule automatisé circulant dans un trafic mixte avec une infrastructure changeante et des usagers de la route dotés d'équipements très différents, parfois automatisés, parfois pilotés par le conducteur ? Quels systèmes de sécurité passive classiques doivent être adaptés ? Quelles nouvelles possibilités supplémentaires de prévention des accidents et de minimisation des conséquences d'une collision sont-elles offertes par la technique développée en lien avec la conduite automatisée ?

Ces questions illustrent les changements qui affectent les exigences en termes de sécurité depuis la mise en œuvre des premiers crash-tests systématiques par Mercedes-Benz il y a 60 ans. A l'époque de Béla Barényi, ingénieur Mercedes-Benz à l'origine d'innovations essentielles dans le domaine de la sécurité passive, la sécurité de ses propres passagers figurait au centre des préoccupations. Avec le développement de l'ABS, de l'ESP® et des systèmes d'assistance à la conduite actuels jusqu'à la conduite automatisée, la prévention des accidents a revêtu une importance croissante. Avec les véhicules à conduite automatisée vient s'ajouter un nouvel aspect décisif : comment le véhicule peut-il communiquer et coopérer ?

Au printemps 2017 a commencé la collecte d'idées à mettre en œuvre et présenter sur l'ESF 2019. Parmi elles figuraient des projets sur lesquels les ingénieurs du Prédéveloppement travaillaient déjà depuis de nombreuses années, mais aussi de nouvelles approches qui n'existaient au mieux que sous forme d'esquisses. Page 61

Double utilité : à la fois show-car et outil de développement

L'ESF 2019 incarne l'objectif de Mercedes-Benz : continuer à accroître la sécurité routière y compris dans les conditions de mobilité de demain. Dans le cadre du processus de création de nouvelles prescriptions, normes et procédures de tests, des questions de détail reviennent régulièrement. L'ESF offre aux ingénieurs une base de discussion et une plateforme en montrant où peuvent résider les problèmes et ce qu'une solution peut apporter – même si tous les capteurs ne sont pas encore complètement aboutis. Dans certains domaines traités par l'ESF 2019, cette discussion ne fait que commencer.

Parmi les équipements phares de l'ESF 2019 figurent par exemple le volant et le pédalier pivotant capables de s'escamoter en cas de conduite entièrement automatisée afin de laisser une totale liberté de mouvement au conducteur et de maximiser l'espace disponible. Le risque de blessure au niveau des membres inférieurs par le pédalier s'en trouve donc nettement réduit. D'un autre côté, la position du conducteur par rapport à l'airbag se modifie du fait du repositionnement du volant et d'une position d'assise plus confortable et plus libre. Il est toujours plus facile de discuter de l'éventuelle modification des exigences futures en matière de prescriptions ou de notations de tests sur un véhicule bien réel.

L'ESF 2019 est donc sous certains aspects un récapitulatif de ce qui nous attend, sous d'autres, une vision, et sous d'autres encore, une contribution à la discussion et un outil de travail en vue d'améliorer encore la sécurité routière dans la plus pure tradition Mercedes-Benz.

Faits et chiffres de l'ESF 2019

- Nombre de LED supplémentaires intégrées : 228 dans les boîtiers de capteurs et 49 152 sur le panneau avant
- Poids total des pièces fabriquées en impression 3D : env. 7 kg
- Surface traitée en stratifié de carbone : env. 18 m²
- Surface traitée en cuir Nappa : env. 24 m²
- Longueur totale de fil orange utilisé pour les surpiqûres : env. 45 m

Un minutieux travail de détective dans les conditions réelles d'accident

La Recherche en accidentologie Mercedes-Benz (UFO) est un élément essentiel de la philosophie de sécurité « Real Life Safety » – l'orientation sur les conditions réelles d'accident. Jusqu'à 100 fois par an, les experts de retrouvent dans un périmètre d'environ 200 km autour de Sindelfingen pour analyser les accidents graves impliquant des véhicules Mercedes-Benz. L'objectif est d'en tirer des enseignements et d'intégrer ces éléments dans les restylages et la conception de nouveaux modèles.

Créée en 1969, la Recherche en accidentologie Mercedes-Benz est l'un des plus anciens services de ce genre de l'industrie automobile. Depuis, les collaborateurs ont analysé et reconstitué au total plus de 4 800 accidents de la route. La plupart des interventions sont localisées dans un rayon de quelque 200 km de Sindelfingen. Dans certains cas, la distance est beaucoup plus importante.

Tous les usagers de la route profitent de ce minutieux travail de détective et de cette vaste collecte de données : de nombreuses innovations Mercedes-Benz en matière de sécurité telles que l'ESP®, l'airbag rideau ou PRE-SAFE® ont été développées sur la base des enseignements de l'UFO issus de l'étude des conditions réelles d'accident.

Grâce à la coopération avec le Ministère de l'intérieur du Land de Bade-Wurtemberg, la police signale tout accident grave impliquant un modèle actuel Mercedes-Benz dans le secteur d'intervention. Les chercheurs se rendent sur place dans leur Classe V ornée d'un pelliculage qui attire le regard et commencent leur travail d'analyse sur le véhicule accidenté, lequel se trouve généralement déjà à l'atelier : quel est le degré de déformation de la carrosserie ? Airbag et rétracteur de ceinture se sont-ils déclenchés ? Existe-t-il des anomalies dans l'habitacle du modèle Mercedes-Benz accidenté ?

A l'étape suivante, les chercheurs reviennent sur les lieux de l'accident pour y effectuer une reconstitution, y compris lorsque seul un véhicule est impliqué.

De manière générale, plusieurs questions se posent : quel emplacement occupai(en)t le/les véhicule(s) lors de la collision ? Existe-t-il des traces de freinage ou de dérapage ? Depuis un an et demi, les chercheurs en accidentologie utilisent dans ce contexte un scanner laser avec lequel ils scannent le lieu de l'accident en trois dimensions dans un nuage de points et en enregistrent automatiquement toutes les dimensions. Les véhicules qui traversent l'image le jour de la reconstitution peuvent être en outre tout simplement masqués.

Les réponses aux nombreuses questions sont structurées, puis archivées sur une tablette. Viennent s'y ajouter des dizaines de photos, de dessins et de procès-verbaux d'accident avec certificats médicaux. Une fois que toutes les informations sont réunies, la reconstitution systématique de la collision commence.

Les chercheurs s'aident dans ce contexte d'un logiciel spécial. Celui-ci transforme les données collectées sur le lieu de l'accident et les valeurs de mesure en images animées. Pour ce faire, le calculateur combine par exemple la longueur des traces de freinage et de dérapage identifiées avec les données conceptuelles et de dynamique de marche du véhicule accidenté et reconstitue par là-même le déroulé de l'accident. A l'écran, les experts visualisent alors comment le véhicule s'est déplacé avant, pendant et après la collision.

Les résultats sont finalement comparés avec les données des autres accidents si bien que les ingénieurs automobiles se forment au fil du temps une image précise de certains types de blessures et en retirent des enseignements pour le développement de nouveaux systèmes de protection encore plus efficaces. Grâce à l'analyse d'efficience prospective, les chercheurs en accidentologie établissent par ailleurs les conséquences qu'aurait pu avoir un accident si un dispositif de sécurité précis avait été installé à bord du véhicule.

Multiples possibilités de tests pour les innovations en matière de sécurité

Inauguré en novembre 2016, le Centre technologique Sécurité véhicule (TFS) rattaché au Centre de développement de Sindelfingen est l'un des centres d'essais de collision les plus modernes au monde. Au sein du TFS, Mercedes-Benz dispose des possibilités de tests les plus variées pour rester un précurseur en matière de sécurité véhicule. De nouvelles idées et de nouveaux concepts de sécurités tels que ceux présentés sur l'ESF 2019 peuvent y être développés et validés.

Le concept de rampe de crash flexible et efficace proposé dans le TFS offre non seulement la possibilité d'effectuer des crash-tests classiques, mais crée aussi les conditions idéales pour des demandes d'essais d'un nouveau genre : des collisions véhicule contre véhicule (Car2Car) sous tous les angles, l'évaluation de PRE-SAFE®, des manœuvres à conduite automatisée avec collision finale, crash-tests avec camion et avec véhicules électriques et autres propulsions alternatives. Au total, près de 70 configurations d'essais de collision sont possibles. S'y ajoutent le banc d'essai à traîneau pour tester les composants et nouvelles méthodes de mesure des véhicules avant et après la collision.

Traditionnellement, Mercedes-Benz réalise plus de crash-tests et des essais plus sévères que la loi ne le prescrit et que les instituts de notation ne l'exigent. Les multiples possibilités de tests au sein du TFS soutiennent le constructeur automobile dans sa fonction de vecteur de progrès. Mercedes-Benz travaille à rapprocher toujours plus l'essai de collision organisé dans le hall aux conditions réelles de déroulement d'un accident sur le réseau routier. A l'avenir, les systèmes PRE-SAFE® seront encore mieux évalués, notamment si un freinage d'urgence ou un évitement a lieu avant la collision proprement dite.

Le TFS offre pour ce faire l'espace nécessaire. La plus grande rampe d'essais mesure ainsi plus de 200 m. Au total, cinq blocs d'essais de collision sont disponibles, dont un utilisable de manière flexible à l'intérieur et un autre

pivotant autour de l'axe vertical. Ces deux blocs d'essais de collision sont préconfigurés avec une autre barrière sur chacun de leurs côtés pour une utilisation très efficace. En liaison avec un système de paroi de séparation mobile, l'installation permet l'utilisation simultanée et indépendante de quatre pistes d'essais de collision. Grâce au concept opérationnel et à la configuration flexible de l'espace, près de 900 crash-tests peuvent être réalisés chaque année dans ce centre. S'y ajoutent environ 1 700 essais avec traîneau par an.

Le vaste espace sans pilier convient parfaitement aux essais de systèmes pre-crash pour la phase précédant les accidents ou aussi aux essais de collision véhicule contre véhicule. Le véhicule testé peut ainsi être animé de façon traditionnelle par un câble de traction. Des travaux sont actuellement menés pour élaborer une procédure qui permettrait aux véhicules à l'avenir d'être animés par leur propre force motrice et librement programmables, autrement dit indépendants du système de câble.

Pour développer et affiner des systèmes de retenue tels que les ceintures de sécurité, les airbags ou les sièges enfants, une multitude de tests est nécessaire - la maturité des composants est déjà contrôlée avant l'essai concernant l'ensemble du véhicule dans le cadre d'essais avec le traîneau. Lors des essais avec un traîneau, un véhicule entier n'est pas endommagé à chaque test, ce dernier étant à un stade précoce très cher et uniquement disponible en petite quantité. Une carrosserie rigidifiée dotée des aménagements intérieurs nécessaires est tendue sur un traîneau, puis accélérée de manière à reproduire l'effet par ex. d'un crash frontal dans l'habitacle. Ces contrôles sont réalisés dans le TFS sur quatre systèmes de traîneaux permettant de couvrir une large plage d'accélération/de décélération avec des forces centrifuges d'un peu plus de 0 à env. 80 g, voire avec certains tests de composants, jusqu'à 120 g.

La nouvelle construction : le défi d'un plancher extrêmement plat

Le nouveau bâtiment du TFS a résulté d'un projet de construction de grande ampleur représentant un coût total de plusieurs centaines de millions. Les premiers plans remontent à plus de dix ans, le chantier a débuté à l'automne 2013. L'achèvement du gros œuvre a été fêté le 12 mai 2015, le premier crash-test productif a été réalisé le 30 septembre 2016.

Les défis ont entre autres consisté à construire un hall de crash-tests sans pilier et des rampes d'essais au plancher extrêmement plat. Parmi les autres

particularités de la construction figure la régulation de la température via la chaleur résiduelle des souffleries climatiques voisines.

Page 66

Les dimensions et l'utilisation des matériaux lors du chantier du TFS sont impressionnantes : Le hall des essais de collision dépourvu de piliers est, avec ses 90 x 90 mètres, nettement plus vaste qu'un terrain de foot. Au total, le chantier a nécessité plus de 7 000 tonnes d'acier, soit à peu près autant que la Tour Eiffel. Et les 36 000 m³ de béton utilisés correspondent à peu près à un convoi de malaxeurs à béton de près de 40 kilomètres.

Etapas-clés du développement en matière de sécurité

Au début des années 1970, Mercedes-Benz construit dans le cadre du seul programme ESV (Experimental Safety Vehicles) plus d'une trentaine de véhicules d'essais pour étudier les futurs systèmes de sécurité automobile. Avec ces véhicules de sécurité expérimentaux (ESF), la marque complète ses activités de développement en matière de sécurité véhicule poursuivies avec détermination depuis de nombreuses années. Ces modèles préparent le terrain pour une multitude d'innovations qui ne seront pour certaines introduites dans la série que des années plus tard. Parmi ces équipements figurent l'ABS, le rétracteur de ceinture et le limiteur d'effort de ceinture, l'airbag, les mesures de protection des piétons et la protection contre les collisions latérales.

Dans les années 1960, un des revers de la motorisation de masse ne peut plus être ignoré : toujours plus de personnes meurent dans des accidents de la route. Sur l'initiative de l'OTAN qui, à l'époque, poursuit avec des programmes civils l'objectif de répondre aux défis de la société moderne, la haute autorité américaine en matière de circulation routière (DOT) lance en 1968 un programme de développement de véhicules de sécurité expérimentaux (ESF). Elle organise une conférence internationale qui continuera de se réunir à partir de 1970 et sera baptisée en 1991 « Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles » (Conférence Technique pour la Sécurité accrue des véhicules).

Exigences en matière d'ESF : collisions avant et arrière à 80 km/h

En 1970, les premières exigences en matière de véhicules de sécurité expérimentaux (ESF) sont définies. Elles comprennent une collision avant et arrière très exigeante sur une barrière rigide à 80 km/h et une collision latérale sur un pylône à 20 km/h. Les véhicules d'essais doivent aussi surmonter des accidents de moindre gravité à 16 km/h sans déformations durables à l'avant et à l'arrière. De plus, on pense qu'il n'est pas possible d'imposer aux consommateurs américains de boucler la ceinture de sécurité par eux-mêmes. C'est pourquoi des systèmes de ceintures automatiques sont prévus avec bouclage automatique de la ceinture après la fermeture des portes.

Le gouvernement américain invite aussi les Etats étrangers à participer au programme de recherche sur la sécurité. Il en résulte en 1970 l'European Enhanced Vehicle Safety Committee (EEVC – Comité européen d'amélioration de la sécurité des véhicules) toujours en activité depuis.

Innovation mondiale en 1959 : carrosserie de sécurité avec zone de déformation

Très positive, Mercedes-Benz accepte le défi de construire des véhicules encore plus sûrs. La marque peut en effet s'appuyer dès l'époque sur plus de 20 ans de recherche en matière de sécurité en continu. Après les premiers débuts, à la fin des années 1930, les travaux de recherche systématiques entrepris à la fin de la Seconde Guerre mondiale conduisent dès 1949 au développement d'une serrure de sécurité comme solution au détachement des portes pendant un accident. En 1959, et par là-même dix ans plus tard, un modèle perfectionné est produit de série – avec un habitacle dépourvu d'arêtes, autrement dit, minimisant les blessures. Une autre innovation mondiale voit le jour et continue depuis à sauver de nombreuses vies chaque année : la carrosserie de sécurité, imaginée par Béla Barényi. Des zones de déformation à l'avant et à l'arrière absorbent l'énergie de l'impact, entre les deux est implantée une robuste cellule passagers. La carrosserie de sécurité est la base essentielle pour tous les futurs développements de sécurité et une étape-clé de référence pour la sécurité des véhicules.

En 1959 également, Mercedes-Benz commence les crash-tests systématiques à l'usine de Sindelfingen. Ceux-ci vont s'établir comme un processus important dans le développement de nouveaux modèles de véhicules. Dix ans plus tard, l'entreprise intensifie son développement en matière de sécurité avec la création du service Recherche en accidentologie. Le service analyse les conditions réelles d'accident afin de pouvoir intégrer les enseignements ainsi collectés dans le développement des futurs véhicules (voir chapitre séparé).

Projet ESF : en quatre ans, Mercedes-Benz assemble 35 véhicules

A partir du printemps 1971, le projet ESF est déployé à grande échelle à Sindelfingen. Au total, plus d'une trentaine de véhicules seront assemblés et testés les quatre années suivantes. Le premier test a lieu le 12 mars 1971 avec une voiture de série de la gamme moyenne issue de la série W 114 de l'époque : le véhicule est propulsé dans le cadre d'une collision frontale à 80 km/h contre un mur fixe. Parmi les essais de collision figurent entre autres des essais de

collision frontale et arrière, des tests de collisions latérales contre des pylônes et avec d'autres véhicules, mais aussi des tests de chute sur le toit depuis 0,5 mètre de hauteur. Dès octobre 1971, Mercedes-Benz présente pour la première fois avec l'ESF 05 un véhicule de série expérimental à l'occasion de la 2e Conférence internationale ESV à Sindelfingen.

Mais les développeurs ne se focalisent pas uniquement sur la protection des occupants lors d'un accident grâce à l'amélioration correspondante des structures véhicule et les systèmes de retenue de conception nouvelle. Depuis plus de 40 ans, les ingénieurs Mercedes-Benz ont privilégié une approche intégrale de la sécurité, comme un extrait de la description de l'ESF 13 présentée en mai 1972 le montre. Ce texte emploie des termes très actuels tels que

- **Sécurité physiologique** grâce au confort d'assise, à la climatisation et à un comportement vibratoire et un niveau sonore agréable.
- Côté **sécurité de perception**, l'ESF 13 offre entre autres une régulation de la portée des phares pneumatique, une combinaison phares - essuie-lave-glace, la surveillance des feux arrière depuis l'habitacle, un essuie-glace arrière et un choix de coloris de sécurité avec couleur claire et rayures de couleur contrastées.
- En matière de **sécurité extérieure** pour la protection des piétons et des cyclistes, l'ESF 13 propose par exemple des pare-chocs avant et arrière dotés de parties latérales rembourrées, des gouttières en caoutchouc et des poignées de porte arrondies.
- Les ingénieurs ont également pensé à la **sécurité incendie** : Le réservoir de carburant au-dessus de l'essieu arrière est à bonne distance du système d'échappement. Grâce à un dispositif dépendant de la pression de l'huile moteur, la pompe à carburant est neutralisée lorsque la pression chute. Un système de valves empêche le carburant de se répandre en cas d'inclinaison anormale du véhicule. Les matériaux utilisés dans l'habitacle sont difficilement inflammables et un extincteur est situé à portée de main, à l'avant, sous le siège du conducteur.

**ESF 5 : développée sur la base de la série W 114 (« Strich-Acht »),
présentée lors de la 2e Conférence Internationale ESV du
26 au 29 octobre 1971 à Sindelfingen**

- Conçue pour une vitesse d'impact de 80 km/h
- Cinq ceintures de sécurité 3 points avec trois limiteurs d'effort, ceintures avant à positionnement automatique
- Airbags conducteur et passager avant, en complément un airbag dans chaque dossier des sièges avant pour les passagers arrière assis aux places extérieures. Augmentation consécutive du poids des sièges avant à 63 kg (série : 16 kg).
- Renforts structurels importants dans la partie avant et sur les côtés du véhicule
- Poids à vide en ordre de marche : 2 060 kg (665 kg de plus que la série)
- Longueur totale de 5 340 mm (655 mm de plus que la série)
- Empattement par rapport à la série rallongé de 100 mm pour offrir malgré les sièges volumineux un espace suffisant à l'arrière
- Extension de la partie avant avec amortisseur de choc hydraulique : 370 mm
- Moteur V6 d'essai pour gagner de l'espace de déformation à l'avant
- Planche de bord avec élément amortisseur en tôle dans l'espace passager avant
- Zones antichocs dans l'habitacle garnies de mousse polyuréthane, en particulier les portes, les montants et le cadre de toit
- Lève-vitres électriques à la place des manivelles dans les portes
- Lave-phare, régulation de la portée des phares, essuie-glace de lunette arrière parallèle
- Feux de position latéraux, feux arrière avec relais d'arrêt et dispositif de contrôle
- Pare-brise et lunette arrière en verre feuilleté, collé
- Pédales avec partie inférieure arrondie
- Freins avec système antiblocage ABS.

ESF 13 : variante remaniée de l'ESF 5, présentée lors de la 3e Conférence Internationale ESV du 30 mai au 2 juin 1972 à Washington (Etats-Unis)

Page 71

- Systèmes de retenue et autres détails comme sur l'ESF 5
- Poids à vide en ordre de marche : 2 100 kg (705 kg de plus que la série)
- Longueur totale de 5 235 mm (550 mm de plus que la série)
- Extension de la partie avant avec amortisseur de choc hydraulique : 420 mm
- Les modifications des dimensions extérieures sont dues en première ligne au remaniement des parties avant et arrière. Les pare-chocs sont à présent escamotables, la distance de déformation reste identique. Parties avant et arrière sont rallongées pour réduire le porte-à-faux du pare-chocs sans nuire à l'esthétique.

ESF 22 : sur la base de la Classe S (série 116), présentée lors de la 4e Conférence Internationale ESV du 13 au 16 mars 1973 à Kyoto (Japon)

- Conçue pour une vitesse d'impact de 65 km/h
- Quatre ceintures de sécurité 3 points avec trois limiteurs d'effort et un rétracteur de ceinture
- Airbag au lieu du rétracteur de ceinture pour le siège conducteur
- Poids à vide en ordre de marche : 2 025 kg (287 kg de plus que la série)
- Longueur totale de 5 240 mm (280 mm de plus que la série)
- Extension de la partie avant avec amortisseur de choc hydraulique : 245 mm
- Freins avec système antiblocage ABS.

ESF 24 : Classe S modifiée (série 116), présentée lors de la 5e Conférence Internationale ESV du 4 au 7 juin 1974 à Londres (Grande-Bretagne)

- Système de retenue analogue à l'ESF 22
- Poids à vide en ordre de marche : 1 930 kg (192 kg de plus que la série)
- Longueur totale de 5 225 mm (265 mm de plus que la série)
- Extension de la partie avant avec amortisseur de choc hydraulique : 150 mm
- Freins avec système antiblocage ABS.

Les bases essentielles du niveau de sécurité spécifique aux voitures à l'étoile sont ainsi garanties. Le rapport d'essai final arrive également à cette conclusion (1975). Celui-ci stipule : « L'ESF 24 est à considérer comme l'aboutissement du projet car ce véhicule offre un compromis optimal entre les exigences initiales ESV et nos voitures de série actuelles. »

Tandis que la sécurité fait bien entendu partie intégrante des missions de développement des nouvelles voitures Mercedes-Benz depuis déjà de nombreuses années, les idées mises en œuvre pour la première fois dans le cadre du développement des ESV sont aussi rapidement intégrées dans la production de série. Les étapes-clés de cette intégration sont entre autres :

- 1978 : Le système antiblocage ABS est introduit dans la production automobile de série
- 1980 : Lancement de l'airbag conducteur et du rétracteur de ceinture en avant-première mondiale
- 1995 : Limiteur d'effort et airbags latéraux intègrent la série.

S'y ajoute une multitude d'autres systèmes de sécurité active et passive commercialisés par Mercedes-Benz. Car la marque est un continuel vecteur de progrès dans le domaine de la sécurité des véhicules.

Sur cette lancée, Mercedes-Benz présente en 2009 un nouveau véhicule de sécurité expérimental. Avec la présentation de l'ESF 2009, la marque célèbre non seulement comme il se doit le jubilé « 50 ans de carrosserie de sécurité » et « 40 ans de recherche en accidentologie », mais réussit aussi à attirer de nouveau la Conférence ESV à Stuttgart, 38 ans après. Cette ESF allie à son tour les tout nouveaux concepts et les idées capables d'améliorer encore la sécurité active et passive – avec un horizon souvent situé à des années de nous. Entretemps, de nombreuses innovations de l'ESF 2009 ont été intégrées dans la fabrication de série.

ESF 2009 : développée sur la base de la Classe S (série 221), présentée lors de la 21^e Conférence Internationale ESV du 15 au 18 juin 2009 à Stuttgart

- Airbag ceinture – élargissement gonflable de la sangle en vue de réduire le risque de blessure, introduction dans la série en 2013 sur la Classe S (série 222)

- Braking Bag (airbag de soubassement) en guise de frein supplémentaire dans le plancher du véhicule et possibles composants PRE-SAFE® de conception nouvelle
- Système de protection des enfants – cadre métallique et rembourrages pour une protection contre les collisions latérales accrue, esthétique séduisante et concept évolutif
- Hybrid Battery Shield – mesures de protection électriques et mécaniques pour la batterie lithium-ion, introduction dans la série en 2009 sur la S 400 HYBRID (série 221)
- Interactive Vehicle Communication – Communication interactive entre véhicules. Disponible en option en 2013 tout d'abord en liaison avec le « Drive Kit Plus » sur la Classe A, introduction dans la série sur la Classe E de la série 213 en 2016.
- Interseat Protection – intervient dans les rares cas où, par exemple, le conducteur et le passager avant entrent en collision au cours d'un choc latéral. La protection contre les interactions présentée propose différentes solutions : pour la première rangée de sièges, il est prévu un airbag dans le siège du conducteur, côté intérieur. Dans la deuxième rangée de sièges, des rembourrages peuvent être soit utilisés comme élément de confort, soit activés comme mesure PRE-SAFE®
- Feux de route partiels – phares à LED avec adaptation automatique de la répartition de la lumière et fonction Spotlight pour éclairer les zones de danger potentielles, introduction dans la série en 2017 dans le cadre du pack système composé de MULTIBEAM LED et de l'assistant de vision de nuit Plus sur la Classe S (série 222)
- PRE-SAFE® 360° – surveillance optimisée de l'environnement immédiat du véhicule jusqu'à 60 mètres vers l'arrière. Avec PRE-SAFE® PLUS, la détection du risque de collision arrière a été introduite en 2013 sur la Classe S (série 222) et le modèle restylé de la Classe E (série 212). Dans ce cas, des mesures d'alerte du trafic situé en aval et de conditionnement des occupants sont déclenchées
- PRE-SAFE® Pulse – Réduction des contraintes exercées sur le thorax grâce à son déplacement préventif de 50 mm maxi vers le centre du véhicule, introduction dans la série en 2016 sous le nom de PRE-SAFE® Impuls latéral sur la Classe E (série 213)
- PRE-SAFE® Structure – structures métalliques gonflables pour une solidité accrue des composants structurels
- Rear Seat Camera – surveillance de la partie arrière pour le conducteur

- Side Reflect - éléments réfléchissants spéciaux invisibles dans la journée, intégrés dans les joints de porte et les pneus, pour que la silhouette du véhicule soit mieux visible et reconnaissable la nuit
- Size Adaptive Airbags - adaptation automatique du volume des airbags frontaux passager avant selon la position du siège et la stature du passager avant détectées par les capteurs.

Chaque véhicule de sécurité expérimental Mercedes-Benz met en valeur l'horizon technologique extrêmement large avec lequel la marque stimule continuellement l'innovation pour accroître la sécurité des véhicules. Car l'ensemble des ESF Mercedes-Benz mettent en œuvre des mesures nous permettant de nous rapprocher de notre vision d'une conduite sans accident. Sur cette voie, il importe de

- réduire la gravité des accidents inévitables (par ex : freinage d'urgence, sécurité active)
- continuer à renforcer la sécurité passive et prendre encore plus en compte la phase précédant l'accident (PRE-SAFE®)
- prendre également les mesures qui s'imposent après l'accident.

Principales notions techniques

Sécurité active : Propriétés et mesures contribuant à éviter un accident. La distinction entre sécurité active et → sécurité passive a été formulée en 1966 par les ingénieurs Mercedes-Benz Hans Scherenberg et Béla Barényi.

Voitures à conduite automatisée : L'association des constructeurs automobiles allemands (VDA) définit d'après la norme SAE J3016 six niveaux de conduite automatisée.

- Niveau 0 : aucune automatisation. Le conducteur conduit de manière complètement autonome.
- Niveau 1 : assisté - Conduite avec des systèmes d'assistance. Le conducteur garde en permanence l'entière maîtrise du véhicule, mais peut se faire aider par des systèmes d'assistance à la conduite pour le guidage longitudinal **ou** transversal, par ex. par des aides au stationnement ou des régulateurs de vitesse et de distance.
- Niveau 2 : semi-automatisé. Le conducteur garde en permanence l'entière maîtrise du véhicule, mais peut se faire aider pendant la marche par des systèmes d'assistance à la conduite pour le guidage longitudinal ou transversal.
- Niveau 3 : hautement automatisé. La fonction de conduite automatisée prend en charge certaines tâches de conduite. Un conducteur est cependant toujours nécessaire. Le conducteur doit être à tout moment prêt à reprendre le contrôle de son véhicule lorsque celui-ci lui enjoint d'intervenir.
- Niveau 4 : entièrement automatisé. La voiture peut prendre en charge par elle-même toutes les situations de conduite dans certaines conditions (par ex. rues sélectionnées, pas par tous les temps).
- Niveau 5 : sans conducteur. Le véhicule peut prendre en charge toutes les tâches de conduite dans toutes les conditions de manière autonome.

La classification a été développée par SAE International (anciennement : Society of Automotive Engineers, « association des ingénieurs automobiles »), une organisation à but non lucratif pour la technique et la science. La

classification a été adaptée à l'Allemagne par l'association des constructeurs automobiles allemands (VDA), une organisation regroupant plus de 600 entreprises de l'industrie automobile produisant en Allemagne.

Communication car-to-x : élargit l'horizon des capteurs véhicule utilisés jusqu'à présent grâce à l'échange d'informations avec d'autres véhicules, ainsi qu'entre les véhicules et l'infrastructure routière. L'utilisation de la technologie Car-to-X permet de transmettre très tôt des informations sur les dangers potentiels détectés dans le trafic routier aux conducteurs de manière à ce que ceux-ci puissent réagir au plus vite et que les situations critiques soient désamorcées avant même de voir le jour. Introduction de série de la première génération sur la Classe E de la série 213 Disponible en option en 2013, tout d'abord en liaison avec le « Drive Kit Plus » sur la Classe A, Introduction de série sur la Classe E de la série 213 en 2016.

Effet de mou : si la ceinture n'est pas plaquée contre le corps de l'occupant, celui-ci subira un mouvement de translation vers l'avant en cas de collision avant même que les forces de retenue ne puissent s'appliquer via la ceinture. Cette situation augmente le risque de collision avec des éléments de l'habitacle. Ajoutons que les forces de décélération générées par le choc s'exerceront alors plus tard et donc plus violemment sur le passager.

Sécurité intégrale : Le terme désigne la prise en considération des deux aspects, ainsi que des mesures de sauvetage dans le but de renforcer la protection de tous les usagers de la route. Les experts en sécurité Mercedes-Benz Béla Barényi et Hans Scherenberg ont formulé en 1966 la distinction entre →sécurité active et →sécurité passive. Grâce au concept de sécurité intégrale Mercedes-Benz, les deux aspects de la sécurité sont aujourd'hui parfaitement imbriqués. Car en 2002, la Mercedes-Benz Classe S avec PRE-SAFE® est entrée dans une nouvelle ère de la sécurité automobile : pour la première fois, la technologie a pu détecter un risque d'accident et préparer véhicule et passagers à une possible collision. Par ailleurs, Mercedes-Benz met en pratique le concept de « →Real Life Safety ».

i-Size : de série pour les sièges enfants sur la base du règlement de sécurité UE R129. Les principaux points :

- Meilleure protection en cas de collision latérale et frontale, ainsi que protection accrue au niveau de la tête et de la nuque

- Le positionnement du siège enfant dos à la route est prescrit pour les enfants entre 0 et 15 mois
- Encourage l'utilisation du système ISOFIX, d'où un risque réduit d'installation incorrecte
- Les sièges enfants i-Size sont compatibles avec toutes les voitures i-Size et presque toutes les voitures ISOFIX
- Les indications de taille en centimètres facilitent le choix du siège enfant correct et remplacent les informations sur le poids en kg demandées jusqu'à présent. Cela permet d'éviter un passage prématuré au modèle de siège supérieur.

ISOFIX : système de fixation international standardisé pour les sièges enfants dans les voitures selon ISO 13216. Une liaison rigide entre la carrosserie et le siège enfant est établie. La voiture est équipée de fixations ISOFIX implantées entre le dossier et la garniture du siège auto. Les connecteurs ISOFIX du siège enfant ou d'une station de base s'y encliquettent. Une sécurité supplémentaire est fournie par les attaches Top Tether (sangle de maintien supérieure) et/ou un point d'appui. Parmi les avantages essentiels d'ISOFIX figurent un montage simplifié qui réduit les risques d'utilisation incorrecte et la liaison rigide au véhicule.

Sécurité physiologique (ou confort propice à la performance) : un automobiliste qui reste en forme physiquement et mentalement conservera des réserves de performance suffisantes pour réagir avec rapidité et pertinence aux situations de conduite critiques. L'objectif de développement Sécurité physiologique englobe de nombreux aspects :

- Conception NVH (noise, vibration and harshness) de la carrosserie, du train de roulement et de la motorisation
- Conception sur mesure de l'habitacle
- Commande aisée, ergonomique,
- tous les aspects du confort climatique et d'assise et
- systèmes d'assistance intelligents.

Lidar : abréviation de « Light Detection and Ranging » (détection de luminosité et mesure de la distance). Unique capteur à mesurer avec une grande précision et en 3D (distance, position, hauteur). Permet de mesurer la réflexion d'un rayon laser pulsé en fonction du temps écoulé depuis son

émission. A bord de l'ESF, les boîtiers Lidar sont utilisés sur le toit en complément des LED d'avertissement.

MBUX – Mercedes-Benz User Experience : désigne un nouveau système d'infodivertissement qui place l'expérience utilisateur (UX : User Experience) au centre des préoccupations. Ce système est unique par les capacités d'autoapprentissage offertes grâce à l'intelligence artificielle. MBUX a fêté sa première en 2018 sur la nouvelle Classe A et fait l'objet depuis de perfectionnements constants.

Système d'appel d'urgence Mercedes-Benz : aide fiable dont les fonctions vont au-delà du service d'appel d'urgence prescrit par la loi (eCall). Le système d'appel d'urgence Mercedes-Benz peut être déclenché automatiquement ou par le conducteur via une touche correspondante dans le véhicule. L'activation manuelle permet par exemple de signaler un accident observé ou de demander de l'aide quand un passager a un problème de santé. Le déclenchement de l'appel d'urgence est automatique dès lors que l'un des rétracteurs de ceinture pyrotechniques ou l'un des airbags du véhicule s'est déclenché. Le véhicule établit alors une communication vocale avec la centrale d'appel d'urgence Mercedes-Benz. Si l'appel reste sans réponse, celle-ci alertera immédiatement les secours.

Mercedes me : marque de mobilité et de services. Mercedes me crée un accès personnalisé à l'univers Mercedes-Benz. Elle va bien au-delà de la voiture et offre un système intégré composé de produits, de services et d'innovations.

Sécurité passive : mesures de minimisation des conséquences d'un accident. Avec l'introduction de la protection préventive des occupants →PRE-SAFE® (en 2002), la distinction entre →sécurité active et sécurité passive n'est plus aussi précise dans la mesure où PRE-SAFE® utilise désormais des éléments de sécurité active pour protéger les passagers.

PRE-SAFE® : système de protection préventive des occupants. A la détection de certains signes annonciateurs d'accident, PRE-SAFE® active à titre préventif des mesures de protection des passagers de manière à ce que les ceintures et les airbags puissent délivrer leur plein effet protecteur en cas de collision. Cette détection précoce d'un risque d'accident n'est possible que grâce à la connexion du système de protection préventive des occupants PRE-SAFE® aux éléments de sécurité active tels que le freinage d'urgence

assisté et la régulation de comportement dynamique ESP[®], ainsi qu'à d'autres systèmes d'assistance à la conduite dont les capteurs reconnaissent des situations de conduite et de circulation critiques et qui peuvent transmettre les informations correspondantes en quelques millisecondes aux calculateurs électroniques. Les multiples données fournies par les capteurs sont également utilisées par PRE-SAFE[®].

Real Life Safety : Cette philosophie de sécurité « Real Life Safety » comprend non seulement des simulations et des essais de collision, des réglementations légales et des évaluations publiques. Elle développe à partir des conditions d'accident réelles des consignes de sécurité internes strictes allant, dans de nombreux cas, au-delà des prescriptions légales ou des exigences en termes de notation. La recherche en accidentologie constitue la base de tous nos travaux : depuis 50 ans, nos propres experts analysent les accidents graves impliquant des véhicules Mercedes-Benz actuels. L'objectif est d'en tirer des enseignements et d'intégrer ces derniers dans la conception de nouveaux modèles.

Sièges enfants dos à la route : sièges enfants placés dos à la route. Ceux-ci peuvent offrir une protection accrue aux tout-petits et aux jeunes enfants car ils répartissent les forces sur une plus grande surface corporelle, ce qui ménage la tête et la nuque de l'enfant.

Fusion des capteurs : L'environnement du véhicule est enregistré par une batterie de capteurs (ultrasons, radar, caméras, lidar). Grâce à la fusion des capteurs, toutes les données sont regroupées, évaluées et interprétées de manière adéquate.