

La sécurité ne risque-t-elle pas d'être la grande oubliée du débat ?

Dans le débat sur le véhicule du futur, les émissions de CO₂ occupent aujourd'hui, et de loin, la première place. Sans vouloir nier l'importance du réchauffement climatique, ni l'impact de la pollution urbaine sur la santé, l'on reste toujours surpris de l'indifférence collective avec laquelle nous acceptons les dizaines de morts « ordinaires » sur nos routes, week-end après week-end (sans parler des débats passionnés au sujet des limitations de vitesse...)

par **Guy MAUGIS***

La priorité qui a été mise sur la sécurité au cours des quinze dernières années, a permis de diviser par deux le nombre de tués et de blessés sur les routes, et cela en dépit du doublement du trafic (1) constaté sur la même période. Les progrès fantastiques réalisés dans l'électronique automobile, tant en matière d'augmentation des capacités et des vitesses de calcul que de réduction des coûts, ont rendu possible des améliorations considérables à très court terme, pour des coûts limités. Il est fort probable que les années à venir verront se diffuser massivement ces techniques, tout comme nous avons pu voir ces dernières années se généraliser l'ABS ou les airbags (pour ne citer que deux des systèmes de sécurité les plus connus).

LES PROGRÈS RÉALISÉS AU COURS DES TRENTE DERNIÈRES ANNÉES

Le renforcement des contrôles techniques des véhicules a eu un effet positif indéniable sur la réduction du nombre des accidents. Toutefois, celle-ci est attribuable aussi, pour une large part, à l'amélioration – considérable – de la qualité des véhicules.

Les progrès effectués, d'une part, en matière de calcul des structures et de modélisation et, d'autre part, dans

les matériaux, ont permis de sécuriser considérablement la « cellule » (l'habitacle) des automobiles. Celle-ci, désormais extrêmement rigide, est entourée de zones déformables, qui jouent un rôle d'amortisseurs en cas de choc. Les perfectionnements dans la conception des sièges, du tableau de bord et de la colonne de direction, ont permis de faire en sorte que le conducteur et ses passagers soient maintenus dans un volume aussi protecteur et protégé que possible. Le développement des capteurs d'accélération et des calculateurs a également permis de réduire considérablement le coût des airbags, qui sont devenus peu à peu un équipement standard (dont on a multiplié le nombre dans les véhicules de haut de gamme, où il n'est plus rare d'en trouver désormais jusqu'à une dizaine).

Mais cette tendance, observée lors des trente dernières années, a eu une conséquence fâcheuse : l'augmentation du poids des véhicules et, par là même, celle de leur consommation de carburant, et donc, de leurs émissions de CO₂. Nous avons donc opté, collectivement – à juste titre, je le pense – pour une priorité de court terme : celle de ressortir indemne d'un véhicule acci-

* Président de Robert BOSCH (France).

(1) http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=98&ref_id=CMPTEF06217

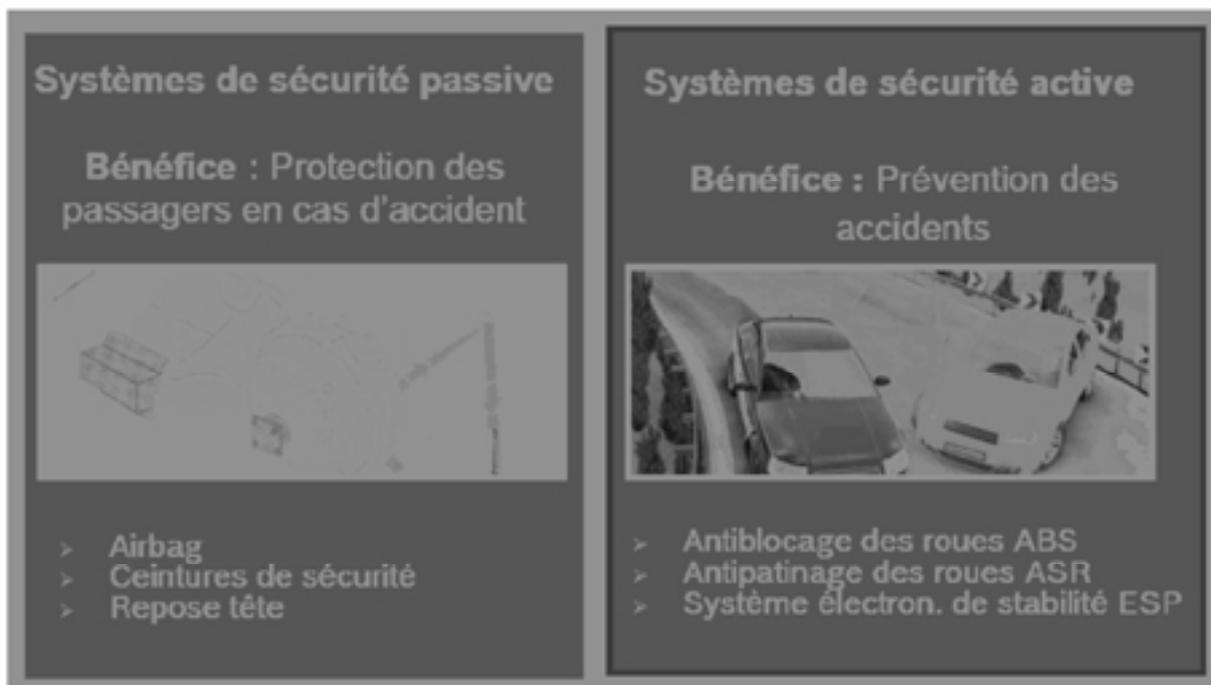


Illustration 1 : Systèmes de sécurité passive – Systèmes de sécurité active.

denté, le long terme – la préservation de la planète et celle des ressources naturelles – passant au second plan.

Cependant, même si les préoccupations environnementales occupent aujourd'hui le devant de la scène, il est hors de question d'accepter le moindre compromis ou d'effectuer un quelconque retour en arrière en matière de sécurité. Depuis 1997, les résultats aux crash-tests de l'Euro NCAP (*European New Car Assessment Program*) (2) se sont affirmés comme un critère incontournable, lors du choix des véhicules par leurs acquéreurs. Les constructeurs ont rivalisé d'inventivité pour en obtenir les 5 étoiles, devenues désormais quasi indispensables pour pouvoir vendre un véhicule en Europe.

Il semble, par contre, que l'on commence à atteindre les limites de ce type de protection, dite « passive », qui consiste à assurer une protection maximale aux passagers, lors d'un accident. Les recherches visent désormais à obtenir le même niveau de performance, tout en allégeant les véhicules.

Les progrès décisifs, au cours des années futures, sont attendus des systèmes de sécurité, dits actifs, c'est-à-dire ceux destinés à prévenir les accidents, en empêchant (autant que faire se peut) qu'ils ne surviennent. Il faut d'ailleurs noter que, depuis cette année, le test Euro NCAP a été enrichi d'une quatrième rubrique : *Safety Assist* (en plus des trois rubriques existantes : *Adult Occupant Protection*, *Child Occupant Protection* et *Pedestrian Protection* – voir : l'illustration 1 : Systèmes de sécurité passive – Systèmes de sécurité active).

(2) <http://www.euroncap.com/home.aspx>

L'ABS ET L'ESP® (*ELECTRONIC STABILITY PROGRAM*), PREMIERS SYSTÈMES DE SÉCURITÉ ACTIVE

L'ABS est apparu pour la première fois, en 1978, sur une Mercedes Classe S. Inventé et développé par Bosch, ce système faisait appel, pour la première fois, à l'électronique pour assurer la sécurité d'une automobile. Le principe en est simple : des capteurs, placés dans chaque roue du véhicule, en mesurent la vitesse de rotation, en permanence. Si, lors d'un freinage d'urgence, une des roues vient à se bloquer, le système relâche la pression de freinage pendant une fraction de seconde, de manière à libérer la roue bloquée, et lui permettre ainsi de recouvrer son adhérence. Le système permet ainsi de conserver la manœuvrabilité du véhicule lors d'un freinage d'urgence, d'éviter des obstacles éventuels et d'effectuer le freinage sur la plus courte distance possible compte tenu de l'adhérence de la chaussée. Il a cependant fallu relever des défis techniques considérables, avant de parvenir à garantir la fiabilité totale du système : quatorze années de recherche et de mises au point ont ainsi été nécessaires ! L'ABS s'est, peu à peu, imposé comme un élément indispensable pour garantir la sécurité des passagers. En 2003, soit vingt-cinq ans après son lancement, le cent millionième ABS était livré aux constructeurs ! En 2005, l'application d'un accord volontaire, signé entre constructeurs automobiles, en a fait un standard : l'ABS équipe désormais tous les véhicules construits en Europe. Il a fait l'objet d'améliorations avec l'arrivée du système ASR (anti patinage des roues) en 1986, puis du système électronique de stabilité ESP® (*Electronic Stability Program*) en 1995 (deux autres innovations majeures, réalisées par le groupe Bosch). Concomitamment, le système ABS s'est

allégé, passant de plus de six kilos à moins d'un kilo et demi.

Avec l'ESP®, le véhicule est désormais doté d'un capteur d'angle au volant et d'un capteur de « lacet ». En permanence, le calculateur compare la direction prise réellement par le véhicule et l'intention de son conducteur. Si la trajectoire dévie de celle qui est souhaitée, le système va freiner une des quatre roues, pour remettre le véhicule sur la trajectoire voulue. Les dérapages sont ainsi évités (bien entendu, dans les limites de l'adhérence intrinsèque du véhicule). Ce système se montre particulièrement efficace dans les manœuvres d'évitement d'obstacles (telles celles qu'évalue le test dit « de l'Elan ») ou lors de l'arrivée un peu trop rapide dans un virage resserré ou verglacé.

L'ESP®, appelé également ESC (*Electronic Stability Control*), représente un pas décisif dans l'amélioration de la sécurité routière. Ses résultats exceptionnels en termes de réduction des accidents routiers, ont été attestés par de nombreuses études. Ils ont amené les pouvoirs publics (aux Etats-Unis d'abord, en Europe ensuite) à le rendre obligatoire à partir de 2012. La NHTSA (*National Highway Traffic Safety Administration*), l'organisme américain responsable de la sécurité routière, a chiffré les bénéfices liés à la généralisation de l'ESP® aux Etats-Unis à 10 000 vies sauvées et à 250 000 accidents évités chaque année, et déclaré qu'il s'agissait du dispositif de sécurité qui apportait le plus de bénéfices depuis la ceinture de sécurité (voir : l'illustration 2 : Etudes d'efficacité et de bénéfices nets comparés des systèmes de sécurité, par grande marque d'automobiles).

Les fonctions les plus évoluées des ESP® de dernière génération sont capables, en fonction des mouvements du véhicule, de pré-déployer les airbags de tête ou les airbags latéraux, dès lors qu'elles ont diagnostiqué que le véhicule va subir un choc latéral ou menace de se retourner (près de 20 % des accidents mortels ont lieu lors d'un « tonneau »). Ces pré-diagnostics de l'ESP permettent un renforcement notable de la protection des passagers.

LES POTENTIALITÉS DE LA SÉCURITÉ ACTIVE

Les systèmes actuels de sécurité active (ABS, ASR, ESP®), tout comme les airbags, fonctionnent au moyen de capteurs, qui détectent tout fonctionnement anormal du véhicule (roue bloquée, trajectoire non conforme, décélération importante). Si ces systèmes améliorent considérablement la sécurité, ils n'anticipent pas l'accident. Ils permettent, grâce à leur action sur le véhicule, infiniment plus rapide et pertinente que celle d'un conducteur, d'éviter l'accident. La nouvelle génération desdits systèmes aura la faculté, grâce à des capteurs appropriés, d'agir avant même qu'une situation anormale n'apparaisse.

Il s'agit, selon la gamme des fréquences dans lesquelles ils fonctionnent, de radars, de lidars, de caméras ou de détecteurs à ultrasons. L'extraordinaire baisse des coûts de ces capteurs et des calculateurs associés, permettra d'en multiplier le nombre (Il suffit, pour s'en convaincre, de constater la diffusion quasi généralisée des

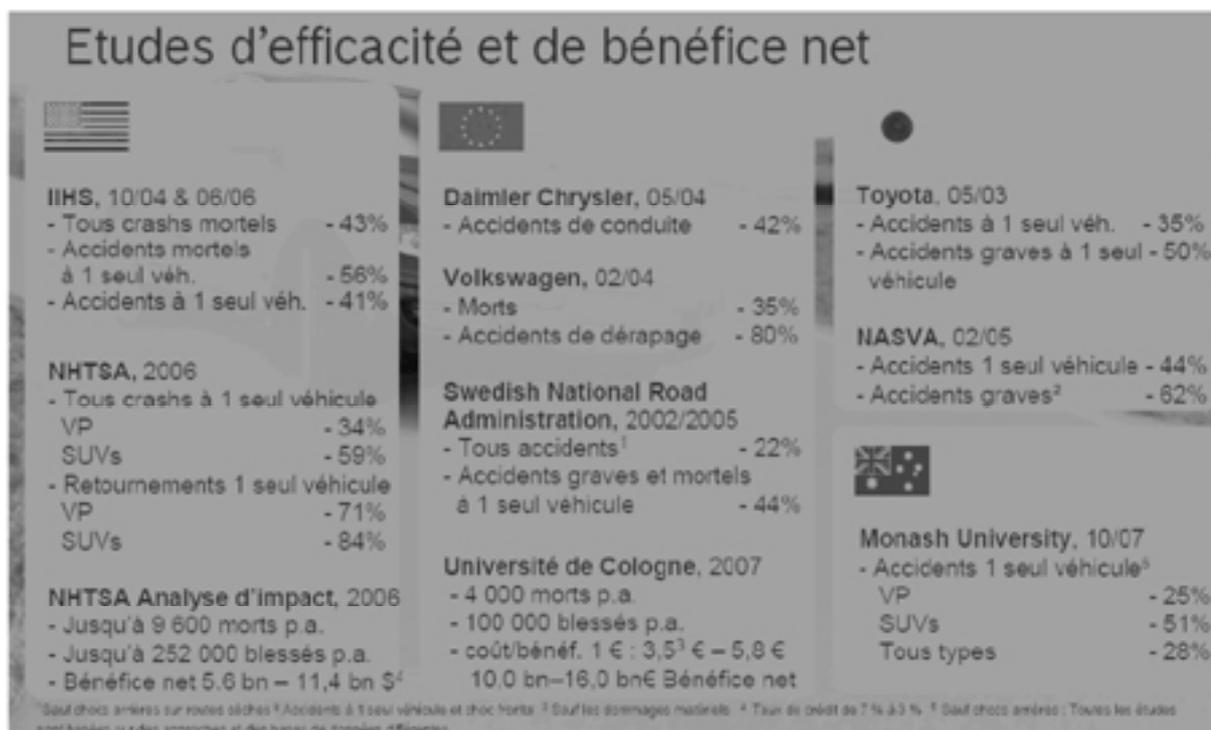


Illustration 2 : Etudes d'efficacité et de bénéfices nets comparés des systèmes de sécurité, par grande marque d'automobiles.

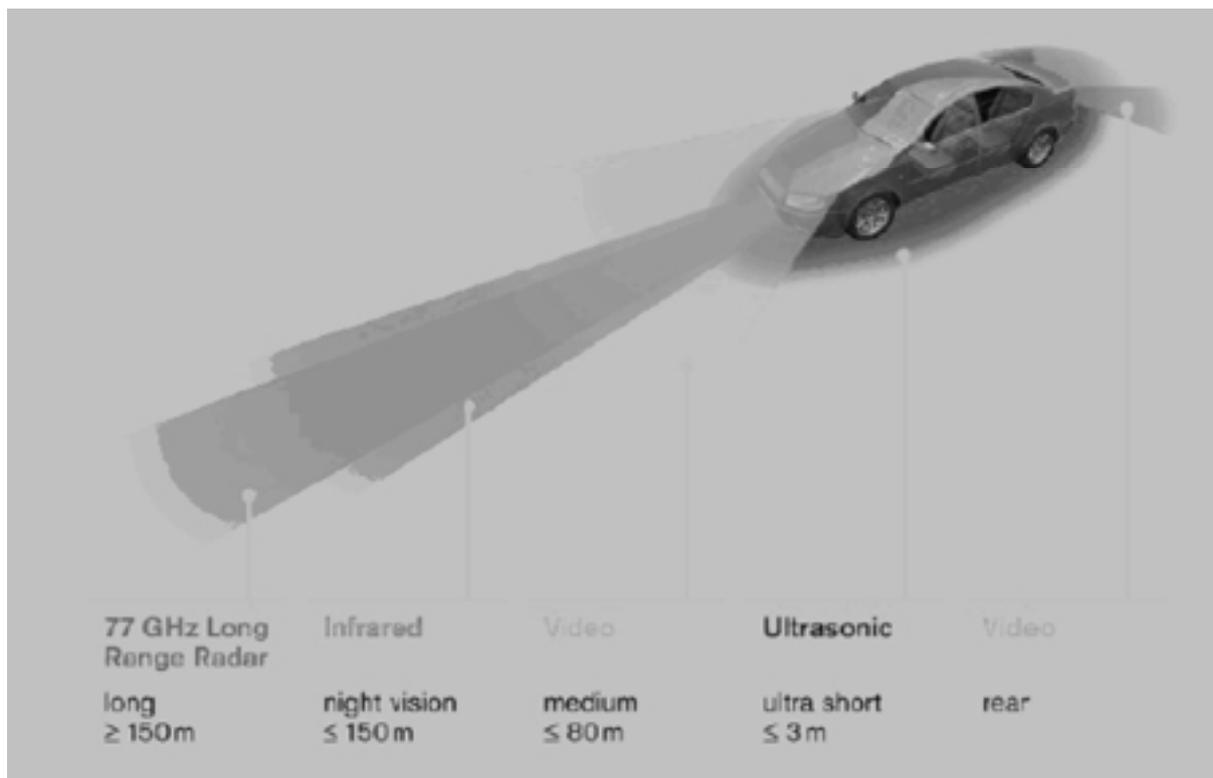


Illustration 3 : Les différents médiums de détection des systèmes de sécurité automobile embarqués.

caméras dans les téléphones portables, ou encore celle des capteurs *parkpilot* à ultrasons, utilisés pour prévenir un choc à l'arrière du véhicule lors des manœuvres de stationnement (voir l'illustration 3 : Les différents médiums de détection des systèmes de sécurité automobile embarqués).

La plupart des actionneurs nécessaires pour agir sur le comportement du véhicule étant déjà présents (ESP®, direction, sièges et vitres électriques, tendeurs de ceinture de sécurité, airbags), la combinaison des informations provenant des différents capteurs avec les actions rendues possibles par ces dispositifs (freiner, diriger le véhicule, redresser les sièges, fermer les vitres, tendre les ceintures, pré-déployer les airbags) ouvre, dès lors, des perspectives considérables : il devient possible d'agir sur le véhicule dès l'instant où une situation de risque potentiel a été détectée, et cela, pour un coût très limité.

QUELQUES EXEMPLES

Un des risques majeurs de la conduite d'une automobile est la perte de vigilance chez le conducteur : inattention, voire assoupissement... Plusieurs systèmes de sécurité peuvent réduire ce type de risques :

- le suivi de trajectoire : les systèmes correspondants préviennent le conducteur par un signal approprié, dès lors que sa trajectoire devient sujette à caution. Dans le système d'alerte de franchissement de ligne blanche (AFIL, chez PSA Peugeot Citroën), un capteur, placé sous le véhicule, détecte le franchissement de ligne et

envoie un signal (le siège se met à vibrer), si le conducteur n'a pas actionné son clignotant ;

- dans d'autres systèmes, une caméra « lit » la trajectoire du véhicule. Le système peut alors détecter un franchissement de ligne, auquel cas il avertit le conducteur. Mais il peut, aussi, dans le cas où sa conduite devient exagérément sinueuse, diagnostiquer un début de somnolence, et alerter, en conséquence, le conducteur.

Cette solution semble promise à un bel avenir. La caméra utilisée pour le suivi de trajectoire peut également assurer d'autres fonctions, et réduire ainsi le coût du système. Sur ce volet de la lutte contre la somnolence du conducteur, d'autres systèmes (basés sur la lecture des mouvements des yeux ou du positionnement de la tête du conducteur), sont également en cours de développement.

Associées à des logiciels puissants et rapides, les caméras peuvent d'ores et déjà fournir des aides précieuses aux conducteurs, grâce à la combinaison de diverses fonctions, comme :

- la lecture de panneaux routiers, avec transfert direct de la vitesse ainsi mesurée sur le calculateur-moteur, évitant ainsi automatiquement tout dépassement de vitesse ;
- la reconnaissance de forme, permettant de détecter un piéton qui va traverser, ou un obstacle ;
- l'amélioration de la vision nocturne du conducteur, grâce à une caméra infrarouge.

Enfin, des capteurs placés sur les côtés de son véhicule peuvent alerter le conducteur tentant de « déboîter » de sa file, alors qu'un autre véhicule se trouve dans l'angle mort de son champ de vision.

Les progrès accomplis en matière de reconnaissance de forme permettent de reconnaître un piéton au bord de la chaussée, de diagnostiquer sa trajectoire et, si le calcul prédictif indique qu'un accident est probable, d'appeler l'attention dudit piéton (par exemple, par un coup d'avertisseur sonore). Cette fonction est appelée à être très utile pour les véhicules électriques, qui sont très silencieux (et que les piétons risquent donc de ne pas entendre arriver). Dans un deuxième temps, ce système peut aussi déployer un airbag de capot, dans les cas où le choc ne peut plus être évité (voir l'illustration 4 : Déclenchement d'un airbag frontal, en cas de renversement inévitable d'un piéton).

Dans le système ACC (*Automatic Cruise Control*), un radar mesure en permanence la distance séparant le véhicule équipé de celui qui le précède. Ainsi, le véhicule maintient sa vitesse de consigne (130 km/h, par exemple) sur route dégagée, mais ralentit, dès qu'un véhicule vient s'interposer, puis ré-accélère si le véhicule se rabat. Le radar peut aussi être utilisé pour prévenir un éventuel choc avec l'arrière d'un véhicule.

A cette fin, la séquence suivante peut être programmée :

- le radar constate que la distance de sécurité est insuffisante et que le véhicule de devant freine : il prépare le système de freinage (pré-remplissage du maître-cylindre, essuyage des disques (par temps de pluie) ;
- la distance se réduit, et le risque d'accident augmente, si le véhicule ne ralentit pas : le système alerte alors le conducteur, par exemple, par un petit coup de frein ;
- si l'accident est inévitable, le système prépare le véhicule à la collision en redressant les sièges, en tendant les ceintures de sécurité, en fermant les vitres (et le toit

ouvrant, le cas échéant) et en préparant le déploiement des airbags. Au besoin, il peut freiner le véhicule automatiquement ;

- pendant le choc, la protection des passagers est optimale, car le système a mis le véhicule en situation de protection maximale, gagnant ainsi quelques précieuses millisecondes dans le déploiement des airbags les plus appropriés, en commandant leur ouverture juste avant le choc.

Dans des situations extrêmes, le système pourrait « prendre la main » sur le conducteur du véhicule, par exemple, en effectuant un freinage d'urgence.

Cette action, parfaitement possible dès aujourd'hui, est largement utilisée sur des démonstrateurs, et elle a largement apporté les preuves de son efficacité et de sa fiabilité. Il a en effet été constaté que dans plus de la moitié des accidents, le conducteur n'avait pas du tout freiné, ou qu'il avait freiné insuffisamment : perte de vigilance ou tétanisation face au danger ? (Voir l'illustration 5 : Comportements constatés des conducteurs ayant provoqué des collisions arrière (aucun freinage, freinage partiel, freinage « à mort »)).

Un système électronique, même imparfait, aura toujours une performance très largement supérieure à 50 % ! Cependant, son action, qui est une indéniable aide à la conduite et qui contribue à réduire les accidents, risque d'être perçue comme une garantie absolue contre tout risque d'accident. Le risque juridique existe, dès lors, de voir le conducteur se retourner contre le constructeur, et lui réclamer des dommages et intérêts élevés, en cas d'accident « non évité ». Ce risque de transfert de responsabilité limite, jusqu'à présent, le déploiement de ces techni-



Illustration 4 : Déclenchement d'un airbag frontal, en cas de renversement inévitable d'un piéton.

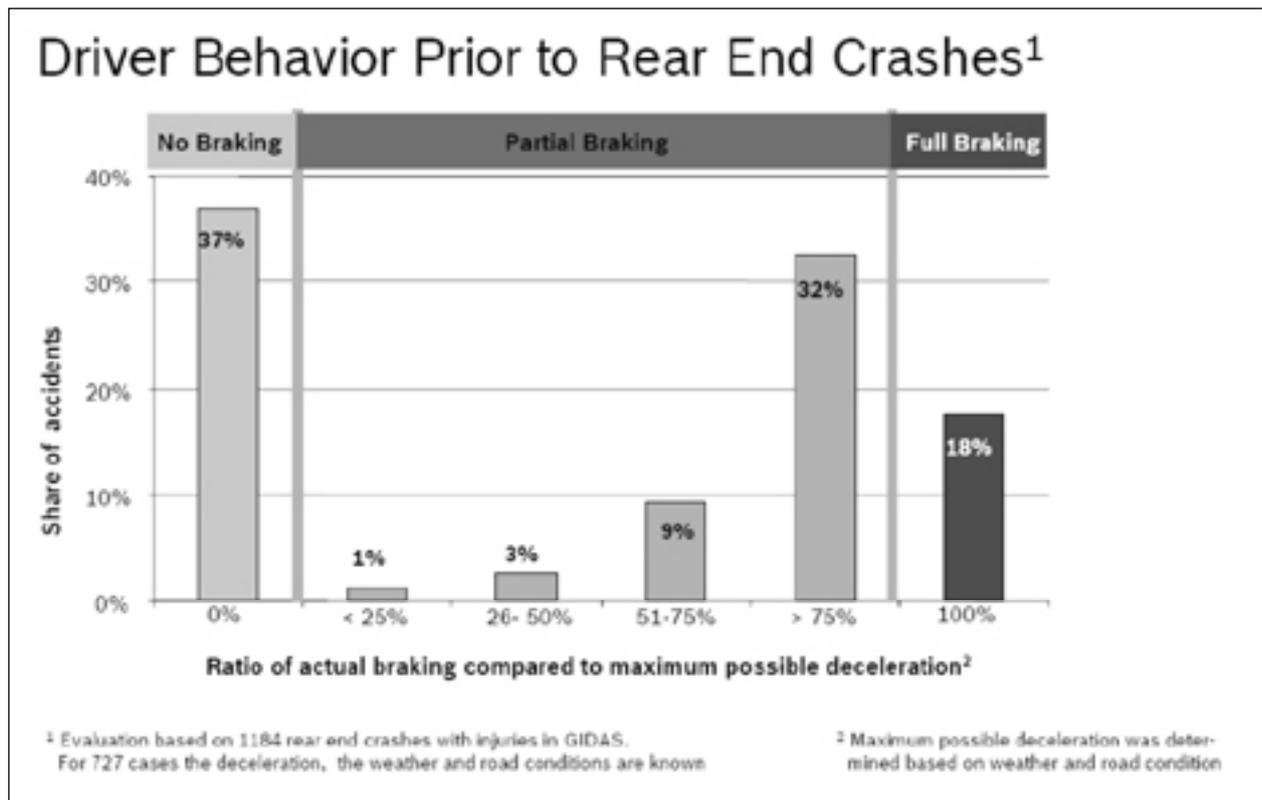


Illustration 5 : Comportements constatés des conducteurs ayant provoqué des collisions arrière (aucun freinage, freinage partiel, freinage « à mort »).

ques, pourtant de nature à permettre d'éviter des milliers de morts sur les routes.

Mais outre ce risque juridique, l'électronique fait encore peur : le sentiment d'abandonner la maîtrise de son véhicule, ne serait-ce qu'une fraction de seconde, à une machine, reste source de fantasmes (il suffit, pour s'en convaincre, de se rappeler l'ampleur de la polémique déclenchée par certains dysfonctionnements imputés à des régulateurs de vitesse).

La direction à assistance électrique, de plus en plus fréquemment installée sur les modèles récents, ajoute encore d'autres possibilités, comme :

- effectuer automatiquement un créneau, après mesure par les capteurs de la place libre disponible : le conducteur n'a plus qu'à gérer la vitesse du véhicule, le système « tournant le volant » pour lui en choisissant le rayon de braquage idéal, après l'avoir calculé ;
- effectuer un évitement, après avoir diagnostiqué qu'une des voies est dégagée. L'assistant suggère au conducteur, au moyen d'un couple s'exerçant sur le volant, d'aller à droite ou à gauche d'un véhicule en train de freiner devant lui. Il a, au préalable, vérifié (à l'aide du radar et de capteurs latéraux) que la voie était libre. En cas d'urgence, ce mouvement peut aussi être effectué de manière entièrement automatique.

LE VÉHICULE COMMUNICANT

Tous ces systèmes reposent sur le concept d'un véhicule autonome, qui embarque ses propres systèmes de diagnostic ou de vision. Là encore, la connexion du véhicule à différents types de médias extérieurs (radio, GPS, Internet), ouvre de nouvelles perspectives en matière de sécurité. Dénommées *car to road*, *car to car*, (voire *car to x*), ces connexions consistent à utiliser des sources d'information autres que celles embarquées à bord du véhicule.

Le système de navigation par GPS connaît la route sur laquelle le conducteur s'engage. Ce système peut non seulement retransmettre au véhicule, en fonction de sa position géographique, des indications sur les limitations de vitesse (pour cela, bien entendu, il faut qu'une base de données ait été renseignée), mais aussi agir sur le régulateur de vitesse du véhicule, voire même diagnostiquer une vitesse trop élevée à l'approche d'un virage et en avertir le conducteur (et pourquoi pas ralentir d'office le véhicule). De la même façon, des bornes installées au bord de la route peuvent envoyer un signal (par exemple, à l'approche d'une école ou d'un carrefour dangereux), ayant pour effet de limiter (ou de réduire) la vitesse des véhicules. Ces bornes peuvent aussi envoyer des signaux d'alerte à l'approche d'un bouchon sur une autoroute.

Les systèmes *car to car* relèvent de la même logique, mais, cette fois, le véhicule communique directement avec les véhicules voisins : il leur envoie une information, en cas de freinage sur autoroute, voire en cas de

détection d'un véhicule arrivant sur le côté, mais caché par un obstacle.

Si un accident a malheureusement eu lieu, un système d'alerte peut appeler (sur simple pression d'un bouton situé sur le tableau de bord ou automatiquement, par *e-call*) les secours les plus proches, permettant ainsi de gagner de précieuses minutes dans l'intervention de ceux-ci. La Commission européenne cherche à généraliser ce système dès 2010 : l'on estime qu'il permettrait de sauver environ 2 500 vies, par an, en Europe (3) (4).

Mais le développement, que l'on souhaiterait rapide, de ces systèmes se heurte actuellement à la nécessité de définir une norme internationale, permettant ces types de communication.

LA VOITURE DU FUTUR SERA-T-ELLE BARDÉE D'ÉLECTRONIQUE ?

L'industrie automobile est, aujourd'hui, très certainement à un tournant de son histoire. Outre son impact sur l'environnement, les représentations collectives qu'elle véhicule ont considérablement évoluées. Les attentes à son égard en Chine ou en Inde, ne sont pas du tout les mêmes qu'en Allemagne ou en France. Un cadre dirigeant urbain, un agriculteur ou un retraité n'attendent pas les mêmes services, ni ne disposent de budgets équivalents. Cependant, comme on le constate avec la plupart des biens de consommation, la coexis-

tence de véhicules *low cost* et de véhicules haut de gamme est inéluctable, et l'écart de prix entre eux ira sans doute croissant.

La question de savoir si notre société occidentale acceptera, ou non, une « sécurité à deux vitesses » reste posée. Aujourd'hui, un véhicule récent, de haut de gamme, est beaucoup plus sûr – et moins polluant – qu'un véhicule d'occasion de plus de dix ans. Il s'agit là d'une forme de discrimination, très largement tolérée. En revanche, je ne crois pas que notre société serait prête à accepter des écarts majeurs, en terme de sécurité, entre des véhicules neufs. Cela s'exprime déjà très clairement avec les tests Euro Ncap : de nombreux petits véhicules d'entrée de gamme sont capables d'obtenir les cinq étoiles tant convoitées.

Par ailleurs, le législateur est très sensible à l'argument égalitaire. La nouvelle réglementation européenne va certes rendre l'ESC obligatoire en 2012, mais il est déjà présent (à plus de 95 %) sur les plus gros véhicules (des segments D, E, F). La législation n'aura donc d'effet réel que sur les véhicules des segments A et B, qui ne sont équipés, pour l'instant, qu'à hauteur de 15 % (Illustration 6). Le fait que ces véhicules soient majoritairement conduits par des jeunes (dont les comportements de conduite sont souvent plus à risques) a certai-

(3) COM(2006) 723 du 23.11.2006
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0723:FIN:FR:PDF>

(4) SEiSS final report : http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/doc/call_4/final_seiss.pdf

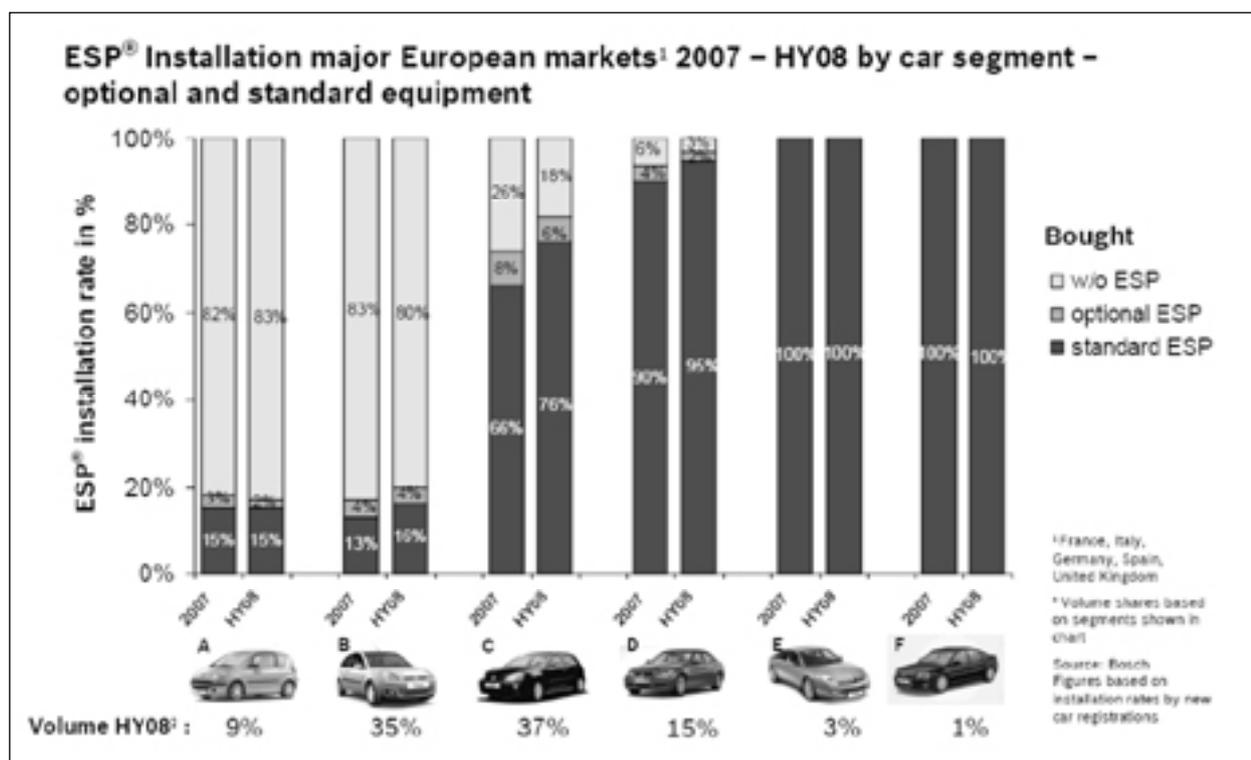


Illustration 6 : Taux d'équipement (optionnel et standard) en ESP® des principaux marchés automobiles européens en 2007 (et hypothèses pour 2008), par classe de véhicules.

nement joué un rôle dans la décision adoptée par la Commission (voir l'illustration 6 : Taux d'équipement, optionnel et standard, en ESP® des principaux marchés automobiles européens en 2007 (et hypothèses pour 2008), par classe de véhicules).

Le défi, que nous devons relever aujourd'hui, est celui de la « massification » des innovations, par leur entrée dans la réalité industrielle *via* le milieu de gamme. Comme nous l'avons rappelé plus haut, l'ABS a fait son apparition sur la Mercedes Classe S, avant de se généraliser, après un délai de trente ans. Le délai aura été de quinze ans, pour l'ESP®. Cependant, dix ans après son introduction, plus de 30 % des Français en ignoraient encore l'existence et bien peu étaient capables d'en expliquer les avantages (sondage réalisé par l'institut IPSOS pour Bosch, en 2003).

Aujourd'hui, les coûts de développement représentent la majeure partie du coût total des systèmes de sécurité. En d'autres termes, ceux-ci nécessitent un investissement initial important, mais ils ont un coût marginal faible. Il est donc plus que jamais indispensable d'en assurer une diffusion rapide, pour en amortir rapidement les dépenses initiales par des quantités livrées importantes. Il faut donc s'attendre à voir, désormais, de grandes innovations en matière de sécurité entrer sur le marché automobile *via* le milieu/haut de gamme, accompagnées de campagnes de promotion importantes pour en faire connaître les avantages, et en assurer la diffusion.

Il y a donc fort à parier que les systèmes, que nous avons décrits plus haut, feront très bientôt partie intégrante du « véhicule du futur ».