

INGÉNIEURS DE L'AUTO

JUILLET 2020 # 866

Interview

Thierry Tingaud
Président de la filière
Electronique et de ST France
Automobile et Electronique
ne font qu'un

Focus

AG de la SIA
Parée à toutes les
éventualités

Dossier

Tant de vies sauvées par les technologies automobiles



25 Dossier

Sécurité routière : tant de vies sauvées par les technologies automobiles



8 A la une Réseaux de recharge : où en est-on ?

6 L'actu en bref

8 A la une

- Réseaux de recharge : où en est-on ?

10 Focus

- Où nous conduit la route de 5^{ème} génération ?
- Parée à toutes les éventualités, la SIA ne s'interdit aucun succès

16 L'interview

Thierry Tingaud, Président du Comité Stratégique de Filière « Industrie électronique », Président de STMicroelectronics France, Executive Vice Président en charge des Affaires Publiques STMicroelectronics Europe

22 Actualités des Communautés d'Experts de la SIA

25 Dossier

Sécurité routière : tant de vies sauvées par les technologies automobiles

44 SIA Webinaire

- Enjeux et technologies de la connectivité véhicule
- Pollution acoustique et réglementation, une articulation à refonder pour anticiper un « noisegate »

48 Ecosystème

51 Hommes et Métiers

La data n'est pas l'or noir de demain, c'est bien plus !

54 Nouveaux talents

Boarding Ring : équilibre des sens vs. mal des transports

57 Le cahier des entreprises

Editeur : Société des Ingénieurs de l'Automobile • Immeuble "le Gabriel Voisin" - 79 rue Jean-Jacques Rousseau - 92158 Suresnes Cedex • T. : 01 41 44 93 70
F. : 01 41 44 93 79 • © Ingénieurs de l'Automobile 2015 • **Directeur de la Rédaction et de la Publication :** Hervé Gros • **Rédacteurs :** Yvonnick Gazeau, Ali Hammami • **Direction artistique :** Eve Taberna • **Conférence de Rédaction :** Thierry Bourdon, Marie-Claude Buraux, Michel Faivre-Duboz, Jacques Graizon, Noureddine Guerrassi, Emmanuel Lescaut, Luc Marbach, Jean-François Simon, François Sudan • **Crédits Photos :** BMW France, BMW Motorrad, Boarding Ring, Abdo Bou-Mansour, Bosch, Colas, Constellium, Electrify America, Eurovia, Ford Media Center, IIHS, LAB, Mercedes-Benz France, Groupe PSA, Groupe Renault, ROHM Semiconductor GmbH, Claire Seppecher, STMicroelectronics, Thomas Raffoux, Toyota, Transport & Environment, URF/ONISR, Volvo Cars, Wattway, ZF • **Editeur Délégué :** F.F.E. 15 rue des Sablons - 75116 Paris • **Directeur de la publicité :** Yves BITAN • Tél. : 01 43 57 93 89 • yves.bitan@ffe.fr • **Assistante de fabrication :** Aurélie VUILLEMIN • Tél. : 01.53 36 20 40 • aurelie.vuillemin@ffe.fr • **Imprimeur :** Espace Graphic • n°ISSN 0020-1200

Diffusion Service abonnements 79 rue Jean-Jacques Rousseau - 92158 Suresnes Cedex - abonnements@sia.fr - 01 41 44 93 70
Tarif au numéro : 25 € TTC • **Tarifs abonnement :** France métropolitaine 130 € TTC - Europe 149 € - Hors Europe, DOM TOM : 160 €

Considérons tous ceux qui nous entourent, additionnons les savoirs et joies communes au lieu d'opposer nos incertitudes.

Et si on faisait du Covid-19 une opportunité pour nous réinventer, penser autrement, casser nos codes et habitudes afin d'élaborer le nouveau monde de la R&D automobile française ? Il ne s'agit pas du changement dans la continuité des années 70 ni de la rupture pour la rupture des années 2000, c'est plutôt du New Deal, lancé par le Président Roosevelt il n'y a pas loin d'un siècle, dont nous devons nous inspirer sans plus attendre.

Une nouvelle donne c'est un nouveau contrat entre toutes les parties prenantes, publiques comme privées. Elle ne concerne pas seulement notre industrie automobile mais plus largement celle de la mobilité et doit respecter la valeur ajoutée de chacun, sans exclusive.



Le New Deal attendu de la R&D automobile

Hervé Gros
Directeur Général de la SIA

Faisons fi des fausses divergences, et mettons toute notre énergie à imaginer un futur commun qui peut faire de notre R&D automobile une véritable force française dans le monde. Le travail de ces derniers mois sur l'Electronique de Puissance, dont la SIA a été un acteur engagé, montre la voie de nos possibilités, de l'inter-filière, du jeu collectif comme le rappelle Thierry Tingaud dans son interview. Ne gâchons pas de nouvelles opportunités.

Les années Graizon de la SIA, prémices de ce jeu collectif essentiel

La SIA, présidée par Jacques Graizon durant 4 ans, s'est battue de toutes ses forces avec ses communautés d'experts pour se transformer en profondeur et collaborer avec tous, en créant de nouveaux concepts ou marques comme le rendez-vous annuel MonJob@FuturAuto (prolongé cette année par un livre blanc sur les compétences d'avenir et la formation) ou encore le congrès Regards Croisés au profit du dialogue inter-filières.

Ce fut un challenge enthousiasmant pour toute l'équipe de la SIA, malgré d'inévitables tensions tant se remettre en cause est parfois difficile. Jacques nous a soutenus, accompagnés, portés avec diplomatie en interne et conviction ferme en externe. Les années Graizon resteront donc bien les années du renouveau de la SIA au cœur de l'écosystème de la mobilité.

Une page se tourne avec la nouvelle présidence de Luc Marbach pour une accélération des priorités au profit de tous les ingénieurs automobiles.

Sortir par le haut de cette crise sanitaire et économique ne sera possible qu'avec la volonté ferme des grands groupes et des organismes représentatifs de notre filière de l'amont à l'aval. Il n'y a pas d'autre voie pour nous tous et pour la SIA en particulier.

Réseaux de recharge : où en est-on ?

Les constructeurs doivent gérer précisément leur mix de véhicules vendus afin de respecter la réglementation européenne CAFE imposant des émissions moyennes de 95 g/km de CO₂. Les ventes de véhicules électriques (VE) et d'hybrides rechargeables (PHEV) doivent permettre de compenser les émissions trop élevées des thermiques, à condition notamment que le volume de ces ventes ne soit pas entravé par un réseau de recharge insuffisant.

Un nombre de bornes globalement conforme aux besoins actuels

Lors de la conférence « L'Ecosystème du Véhicule Electrique » organisée par la SIA en décembre dernier, il a été annoncé que le nombre de bornes de charge publiques était passé de 35 000 à 193 000 entre 2014 et 2019. Le champion est la Hollande avec 43 700 bornes, suivie par l'Allemagne (32 700), la France (29 600), le Royaume-Uni (24 400) et la Norvège (12 300).

La directive de la Commission européenne AFID (Alternative Fuels Infrastructure Directive) indique qu'un ratio de 10 VE par point de charge publique représente la valeur maxi recommandée aux États membres pour répondre au développement des ventes de ces véhicules. Conformément à la directive de 2014, une borne dite publique est accessible de façon non discriminatoire à tous les utilisateurs, qu'elle soit de propriété publique ou privée.

Publiée en janvier dernier, une étude de Transport & Environment – organisation européenne regroupant une cinquantaine d'ONG – indique que ce rapport est de 7 en Europe, concluant à un nombre suffisant et avantageux de points de charge. Si la plupart des pays sont dans une fourchette comprise entre 5 et 10, quelques uns se distinguent : la Norvège et la Finlande présentent des valeurs de 24 et 19 alors que les Pays-Bas sont seulement à 4. La différence entre ces deux valeurs extrêmes s'explique par les bornes non comptabilisées dans ce critère : la Norvège dispose d'un nombre élevé de bornes réservées à des entreprises ou à des particuliers – donc non publiques – alors que les Hollandais ont bénéficié dans de nombreuses villes d'un programme qui a permis l'installation d'une borne au plus proche de chez eux sur simple demande et étude du projet. Aujourd'hui, la ville d'Amsterdam compte plus de 3 800 bornes contre 819 à Paris selon la comptabilisation du service Chargemap.

France : bien en global, disparités dans les détails

Selon Avere France, le nombre de bornes en France est passé de 8 600 en 2014 à 29 600 en 2019, réparties dans environ 12 300 stations. Avec un parc d'environ 200 000 VE d'après cette même source, le ratio VE/borne publique descend à un avantageux 6,8.

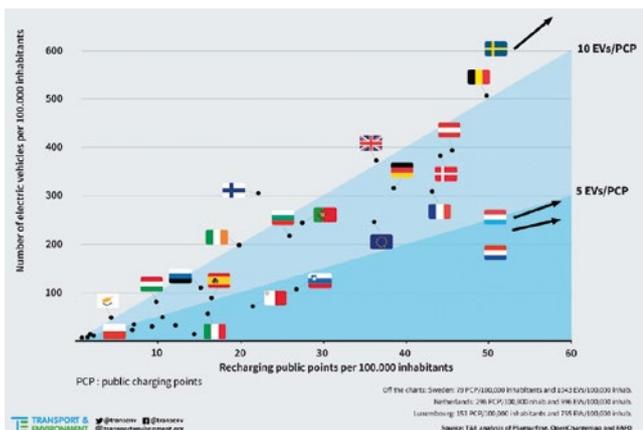
En réalité, tout en restant largement sous la barre de 10, le chiffre est probablement légèrement supérieur car les forums d'utilisateurs remontent de nombreux cas de bornes défectueuses, particulièrement parmi les plus anciennes. Ainsi Izivia (ex-Sodetrel), filiale du groupe EDF, a décidé de fermer 189 des 217 bornes de recharge rapide de son réseau Corri-Door sur autoroutes pour des questions de sécurité. Par ailleurs, les bornes ne sont pas compatibles avec tous les systèmes de charge tels que le mode 2, le CSS ou le CHAdeMO (voir le Précis technologique des solutions de recharge dans notre précédent numéro).

Par ailleurs, une étude demandée en 2019 par la Direction générale des entreprises (DGE), la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) et l'Ademe, souligne que la répartition des stations n'est pas homogène : Paris, la Bretagne, la Normandie et quelques autres zones disséminées étant privilégiées. Elle précise aussi que la puissance la plus répandue est le 22 kW (53 %), et celles entre 3,7 et 18 kW (32 %), les puissances restantes, majoritairement comprises entre 40 et 50 kW, étant classées « charge rapide ». Les stations ultra-rapides, jusqu'à 250 kW, sont encore minoritaires.

Cette étude indique également qu'au 1^{er} janvier 2019, 71 % des stations de recharge étaient situées dans les collectivités territoriales, 8 % chez la grande distribution et les centres commerciaux, 7 % en concessions automobiles et 14 % répartis dans diverses structures.



En Norvège, il y a embouteillage dans les stations



Nombre de bornes publiques et nombre de véhicules électriques par 100 000 habitants

Des moyens de développement très ambitieux en Europe et en France

L'objectif de la PFA (Plateforme de la filière automobile en France) est que l'Europe dispose de plus de 1 million de points de recharge publique en 2025, soit 5 fois plus qu'en 2019. Ainsi en Allemagne, le plan de relance de l'après-pandémie du Covid-19 porte notamment sur l'augmentation des ventes de véhicules rechargeables et du nombre de bornes. Un total de 2,5 milliards d'euros supplémentaires sera investi dans les points de charge ainsi que dans la recherche et production de cellules. Un « plan directeur » prévoit d'augmenter le nombre de points de charge ouverts au public, de mettre en place un « système de paiement uniforme » et de soutenir le déploiement des infrastructures de recharge des bus.

En France, l'un des objectifs du Contrat stratégique de la filière Automobile 2018-2022 est de multiplier par 5 d'ici 2022 les ventes annuelles de véhicules 100 % électriques par rapport à 2017 de manière à constituer un parc de 600 000 unités. Les offres d'hybrides PHEV vont également fortement s'étoffer si bien que la filière projette un parc d'un million de véhicules rechargeables en 2022. Le renforcement des bonus écologiques, inscrit dans le plan de soutien à l'industrie automobile afin de la sortir de la crise liée au Covid-19, devrait accélérer ce déploiement.

Le rapport de 10 VE par point de charge publique étant un élément indispensable à la réussite de l'objectif, 100 000 bornes devront donc être opérationnelles à cette date. Cet objectif inclus dans la loi LOM est désormais encore plus ambitieux puisque le plan de soutien à l'automobile précédemment cité fixe la disponibilité des 100 000 bornes dès

la fin de l'année 2021, soit 18 mois après cette annonce ! Le programme prévoit des aides vers 3 axes : 45 000 points de recharge supplémentaires dans les villes et les territoires, une réduction des inter-distances entre bornes sur les grands axes routiers et autoroutiers français et un soutien aux implantations de bornes en résidentiel collectif. À plus long terme, la PFA prévoit 300 000 points de charge publics en 2025.

L'imbraglio du paiement

Si le coût d'un ravitaillement en carburant fossile directement proportionnel au volume versé dans le réservoir est un principe unifié dans le monde entier, celui d'une recharge de batterie est actuellement très disparate selon les pays et les réseaux : le paiement au kWh est évidemment proposé, mais les clients peuvent également rencontrer des tarifs au forfait, au temps de charge ou à la durée de présence pour ne pas monopoliser inutilement une borne.

De plus, le paiement avec une carte bancaire n'est pas souvent possible et les utilisateurs doivent disposer d'un abonnement ou réaliser le paiement direct via un site internet. Selon UScale et NewMotion, les conducteurs de voitures électriques possèdent en moyenne sur leur smartphone 6 applications de recharge et utilisent jusqu'à 5 cartes pour pouvoir se connecter aux bornes. La solution la plus simple est de passer par un opérateur de mobilité (Chargemap Pass, New Motion, Bosch, etc.) qui leur procure un badge multi-réseaux, en prélevant bien évidemment une commission à chaque opération.

Le plan ambitieux de soutien à l'automobile trouve un écho salubre chez les constructeurs qui demandaient un investissement à la hauteur de la réglementation inédite et contraignante sur les émissions de CO₂. Il y a enfin une feuille de route commune entre l'industrie automobile et les infrastructures de charge. Le triplement du nombre de bornes pour 2025 confirme la « dynamique continue » des autorités françaises ●

Yvonnick Gazeau

COMMENT SE CHARGER

VOUS DISPOSEZ D'UN BADGE

Le Pass Sodetrel



Suivez les instructions sur l'écran.

OU

Le badge d'un autre opérateur

Nous vous invitons à contacter votre opérateur de mobilité pour connaître vos conditions d'accès et tarifs sur les bornes Sodetrel Mobilité.

VOUS N'AVEZ PAS DE BADGE

Rendez-vous en boutique

pour vous procurer un pass Sodetrel préchargé (2 charges de 30 minutes incluses).

OU

Téléchargez l'application Sodetrel mobile,

disponible sur Apple Store et Google Play pour commander un code de charge.

OU

Connectez-vous au site paynow.sodetrel.fr

pour commander un code de charge ou flashez le QRCode.



Le paiement d'une recharge demande souvent un abonnement à un réseau

Events & Exhibition 2020

With the support of the
French Car Industry



VISION

International Congress

7-8 October, Cité des Sciences et de l'Industrie - Paris, France

- 30 presentations // 700 attendees
- Night Drive Tests at Mortefontaine
- Exhibition & Advertising opportunities

NVH Comfort

SIA - CTTM - CAERI International Congress

14-15 October, Le Mans, France

- Alternately with congress in China
- 40 presentations // 200 attendees
- Exhibition & Advertising opportunities

FISITA World Mobility Summit 2020

Associate production SIA

International Congress - by invitation only

New Date / New Opportunities: October-November Paris, France

- 15 presentations // 120 attendees
- Exhibition & Advertising opportunities

Powertrain & Energy

International Congress

New Date / New Opportunities: 3-4 November

Parc des expositions - Rouen, France

- 60 presentations // 700 attendees
- Test-Drive Cars
- Exhibition & Advertising opportunities

MonJob@FuturAuto

SIA Symposium Etudiants Ingénieurs

5 Novembre, UTAC CERAM, Montlhéry

- 400 participants
- Corners RH & offres de visibilité

Regards croisés sur les Véhicules Autonomes

Congrès SIA & RDF & UTP & URF

Nouvelle date : 24-25 Novembre 2020

Maison de la RATP - Paris, France

- 30 présentations // 300 participants
- Exposition & offres de visibilité

ISO 26262

Journée d'Etude

Nouvelle date : 10 Décembre, Paris, France

- 10 présentations // 100 participants
- Exposition & offres de visibilité

2021

SIA CESA 2021

International Symposium

28 Janvier, Région Parisienne

- 25 presentations // 250 Attendees
- Exhibition & Advertising opportunities

Materials for Future Mobility

SIA - SFIP International Congress

New Sessions / Enhanced congress: 3-4 February

Cité du Vin - Bordeaux, France

- 30 presentations // 300 attendees
- Exhibition & Advertising opportunities

L'IA pour les nouvelles mobilités

Congrès

Début d'année 2021

Région Parisienne



Dossier réalisé par Yvonnick Gazeau

SÉCURITÉ ROUTIÈRE : TANT DE VIES SAUVÉES PAR LES TECHNOLOGIES AUTOMOBILES

Depuis plus d'un siècle, la sécurité automobile ne cesse de progresser. Les évolutions en terme notamment de sécurité passive ont été considérables et d'autres sont encore à venir. Afin de tendre vers le « zéro accident », l'industrie automobile travaille désormais sur un principe plus complexe : éviter l'accident.

En 1769, lors d'un essai, le fardier à vapeur de Joseph Cugnot, développé afin de déplacer de lourds canons, percuta accidentellement un mur à la vitesse de 4 km/h. Il n'avait ni freins, ni direction ! Ce fut probablement le premier accident automobile. Au fil de leur longue évolution, à partir du 19^{ème} siècle, les véhicules ont bien sûr été équipés d'une direction, de freins à tambours puis à disques, de pneumatiques de plus en plus performants, de rétroviseurs, d'essuie-glaces ou, dès 1926, d'un pare-brise en verre trempé.

Les premières considérations pour la sécurité

Longtemps considérée comme une fatalité, la protection des occupants est devenue une préoccupation lorsque le trafic s'est nettement accru après la Seconde Guerre mondiale. Si les premiers tests de collision réalisés par les constructeurs étaient plutôt démonstratifs (télescopage contre un mur ou avec un bus, chute d'une falaise, etc.), les « crash-tests » apparus dans les années 1950 ont permis les premiers développements en sécurité dite passive. La structure monocoque a été modifiée en un habitacle rigide qui protège les occupants, et en zones avant et arrière déformables pour réduire la décélération. L'habitacle a ainsi été doté de longerons et piliers latéraux en acier à plus haute résistance élastique, d'une colonne de direction télescopique (1967, Mercedes) ou de barres de protection latérales (1972, Saab).

Pendant longtemps une partie de la population a pensé qu'en cas de collision, mieux valait être éjecté du véhicule à travers le pare-brise. L'introduction des pare-brises de sécurité et les études de collision ont permis de généraliser la ceinture de sécurité et de la rendre obligatoire aux places avant entre 1970 et 1979 (voir la saga en

encadré page suivante) et arrière en 1990. L'efficacité de cet équipement a ensuite été améliorée par l'introduction du pré-tensionneur limitant l'avancée des passagers en début de décélération. Des versions avec retenue progressive ou gonflables afin de réduire la pression sur le corps lors des collisions frontales ont ensuite été implémentées.

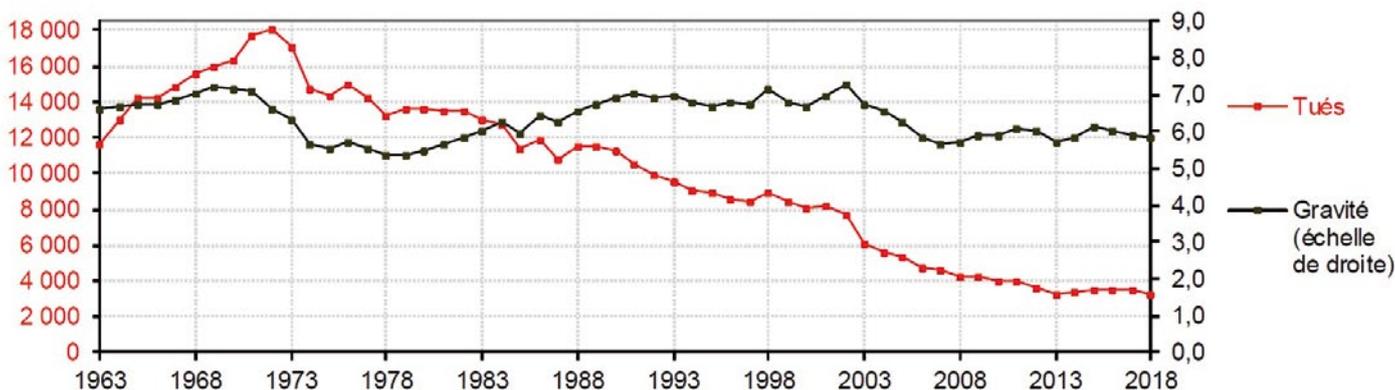
Après la ceinture de sécurité, un deuxième équipement emblématique équipe désormais les véhicules : l'airbag qui protège la tête et le thorax d'un choc contre le volant ou la planche de bord en cas de collision frontale, un dispositif commercialisé à partir de 1974 aux USA et 1979 en Europe. L'emploi de ces coussins gonflables a ensuite été étendu aux côtés (sièges et rideau), aux genoux et, très récemment, entre les sièges avant. Certains véhicules possèdent également un airbag de lunette arrière (Toyota iQ) ou au niveau du pare-brise afin de protéger les piétons (2012, Volvo V40). Jusqu'à 9 airbags peuvent ainsi équiper les voitures actuelles.

Finalement, selon le LAB (Laboratoire d'Accidentologie, Biomécanique et d'études du comportement humain, commun à PSA et Renault), le conducteur d'une Peugeot 206 (modèle 1998) lancée contre un obstacle à 65 km/h aurait 6 côtes cassées et des fractures du fémur gauche, de l'avant-bras droit et du bras gauche. Une même collision dans une Peugeot 207 (2005) entraînerait des fractures du sternum et de deux vertèbres alors qu'avec une 208 (2012), seules une abrasion à l'épaule gauche et des contusions seraient constatées.

Par ailleurs, afin de réduire les conséquences d'une collision avec un piéton, une norme spécifique est entrée en vigueur en Europe en 2005 et a été renforcée en 2013. Elle impose une conception qui per-

PREMIÈRES COMMERCIALISATIONS D'AIRBAGS

- 1974 :**
Airbag frontal, Oldsmobile Toronado
- 1996 :**
Airbag latéral, Mercedes Classe E
- 1999 :**
Airbag rideau, Mercedes Classe E
- 2001 :**
Airbag de genoux, BMW Série 7
- 2002 :**
Airbag anti-glisement sur l'assise, Renault Megane Coupé



Nombre de tués pour 100 accidents corporels et taux de gravité en France (URF / ONISR)



met de diminuer le niveau de blessures de ce piéton aux jambes, genoux et tête, tant pour les adultes que pour les enfants. Cela passe par des zones d'absorption de la face avant et d'un espace dans le compartiment moteur permettant un enfoncement suffisant du capot afin d'absorber l'énergie du choc de la tête. Afin de garantir cet espace minimum, certains modèles ont recours au capot actif qui se soulève de quelques dizaines de millimètres en cas de collision avec un piéton, par exemple sur les Citroën C6.

La sécurité active, une évidence

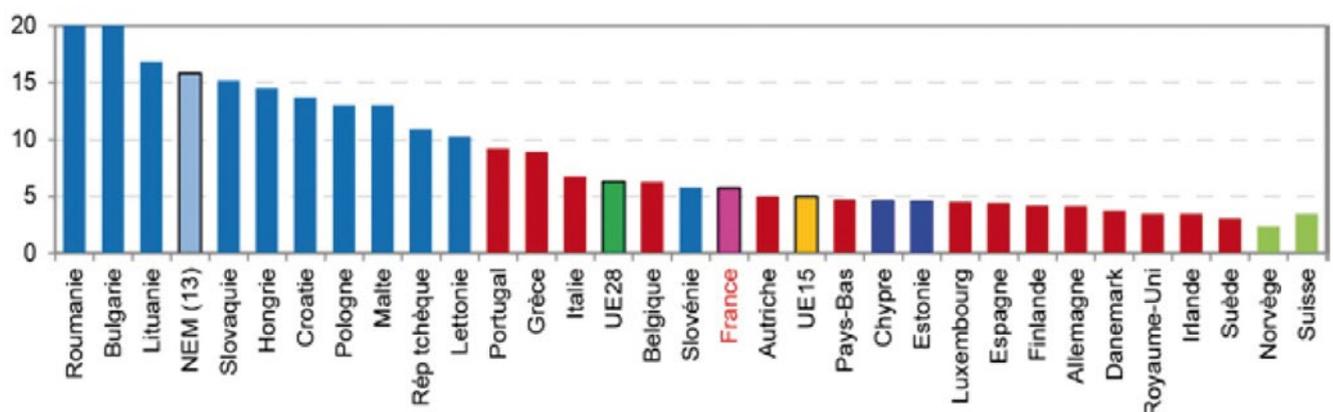
L'éclairage est riche d'une longue histoire démontrant l'évolution continue de la sécurité dite active, celle qui regroupe les systèmes participant à éviter l'accident ou atténuer ses conséquences. Remplaçant les phares à acétylène d'une portée maximale de 30 m, l'éclairage électrique commercialisé pour la première fois en 1911 par Cadillac a connu par la suite des développements continus. Les lampes à incandescence ont cédé la place à celles à iode, puis à halogène et au xénon. Les phares antibrouillard sont apparus en

Les 3 classements de la sécurité

- **Sécurité primaire** : réduction du risque d'accident par des actions sur l'usager (formation, réglementation, expérience), le véhicule (freinage, tenue de route) et l'infrastructure (feux, ronds-points, séparations de chaussées). C'est au niveau de la sécurité primaire que les gains les plus importants peuvent être obtenus.
- **Sécurité secondaire** : protection de l'usager qui n'a pu éviter l'accident, tant au niveau du véhicule (structure, ceintures de sécurité, airbag, casque) que de l'infrastructure (présence d'arbres en bordure de chaussée, glissières de sécurité, etc.)
- **Sécurité tertiaire** : réduction du risque produit par une meilleure prise en charge de l'usager accidenté.

1938 sur une Cadillac, et les clignotants sur une Buick en 1939. En Europe, ils ne seront généralisés en remplacement des flèches latérales qu'à partir du milieu des années 1950.

Déjà en 1967, Citroën proposait sur les DS et ID des phares de route directionnels couplés par câble à la direction, et en 1989, sur la XM, des projecteurs à surfaces complexes. Aujourd'hui, l'éclairage dynamique à matrix permettant de rester



Nombre de tués par milliard de véhicules-km dans l'Union européenne en 2017 (IRTAD, ONISR, Eurostat, ETSC, estimations et traitements URF)

L'influence de Euro NCAP

L'organisme EuroNCAP (European New Car Assessment Programme) a été créé en 1997 afin de promouvoir la sécurité passive des véhicules. Grâce à sa communication active, il a poussé les constructeurs à améliorer rapidement l'efficacité de leur produit, bien au-delà des normes exigées par l'homologation européenne. Les tests ont été progressivement étendus et évaluent désormais la protection des occupants adultes, des jeunes passagers et des piétons, ainsi que les technologies d'aide à la conduite et d'évitement d'accident.

en feux de route sans éblouir les usagers venant en face représente le summum sécuritaire dans ce domaine.

Un progrès flagrant de la sécurité active a été marqué par la commercialisation en grande série du système d'antiblocage de roues (ABS) qui limite leur glissement et prévient leur blocage en intervenant sur la pression de commande des freins. Le véhicule conserve ainsi sa stabilité et sa capacité directionnelle pendant le freinage. Bien que de nombreux essais aient été réalisés dès les années 1920 et que les avions en aient été dotés depuis les années 1950, il n'a été commercialisé pour la première fois en automobile qu'en 1971 sur les Chrysler Imperial et Toyota Crown avant d'être peu à peu installé sur l'ensemble des véhicules routiers. Il est devenu obligatoire sur les véhicules neufs en Europe à partir de 2004.

Le prolongement de l'ABS est le contrôle électronique de stabilité ESC (ESP) qui aide le véhicule à prendre la trajectoire voulue par le conducteur. Il contrôle le comporte-

ment du véhicule en pilotant le couple moteur et en intervenant individuellement sur chaque frein de roue. Apparue pour la première fois en 1995 sur la Mercedes S 600, l'ESP est devenu obligatoire en Europe depuis 2014. Le système a ultérieurement été enrichi d'autres fonctions : anti-retournement, anti-oscillation de remorque, compensation de fading (baisse de décélération en cas de surchauffe des freins) ou contrôle de la pression des pneus par mesure de vitesse de rotation.

Déploiement des aides à la conduite

Dans la foulée de la généralisation de l'ESP, de nouvelles aides à la conduite ont été développées afin de réduire le risque d'accident. En 2004, Citroën a commercialisé sur la C5 une alerte de franchissement involontaire de ligne qui utilisait des capteurs infrarouge pour détecter des lignes blanches passant sous le véhicule. Deux ans plus tard, la Lexus LS460 était dotée d'une caméra pour déterminer un risque de franchissement de ligne et d'un système d'aide au maintien dans la file avec correction de la trajectoire.

Le freinage automatique d'urgence AEB (Advanced Emergency Braking) a été commercialisé pour la première fois en 2006 sur une Honda Legend grâce aux données d'un radar. L'emploi d'une caméra ou d'un lidar permet cette fonction à basse vitesse et la détection d'un piéton. La combinaison d'un radar et d'une caméra élargit la plage de vitesse et les capacités de détection, de même qu'elle améliore la discrimination d'objets.

D'autres aides ont également vu le jour :

La saga de la ceinture de sécurité

1903

Bretelles protectrices pour voiture automobile (Gustave-Désiré LEBEAU)

1956

Premières voitures européennes avec ceinture avant 2 points (Volvo)

1957

Premières voitures européennes avec ceinture avant 3 points (Volvo)

1991

Premiers camions équipés de ceinture en série

1990

Port de la ceinture obligatoire aux places arrière des voitures neuves (France)

1989

Port de la ceinture obligatoire dans les véhicules utilitaires légers

1995

Ceinture à retenue progressive (Renault Megane)

1999

Ceinture obligatoire dans les camions neufs

2000

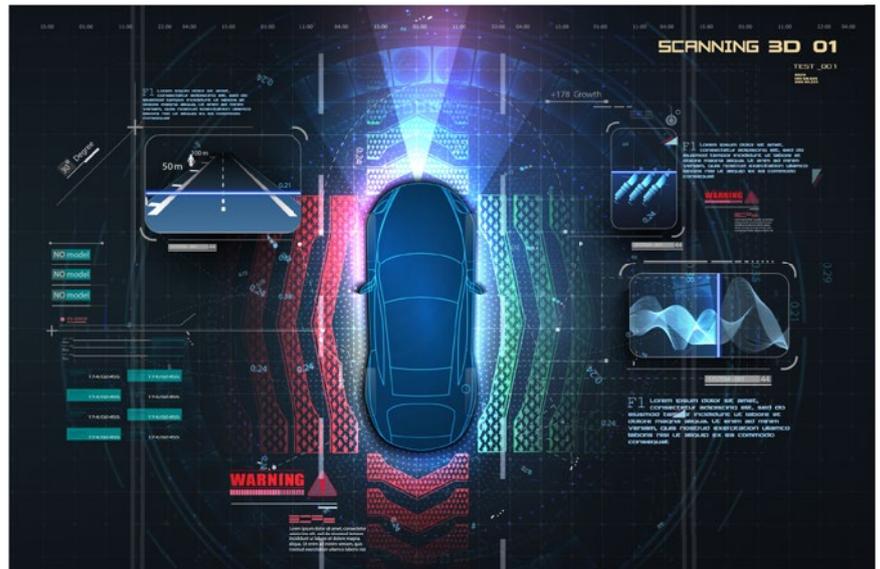
Deux ceintures de sécurité croisées sur le scooter BMW C1

surveillance de l'attention du conducteur (2006, Lexus GS450h), détecteur de présence d'un véhicule dans l'angle mort (2006, Volvo S80), régulateur adaptatif de vitesse (2008, Subaru Legacy) ou reconnaissance des panneaux (2009, Opel).

Dispositifs post-accidents

En Europe, depuis le 31 mars 2018, tous les nouveaux modèles de voitures particulières sont obligatoirement équipés du système d'appel d'urgence eCall (emergency Call). En cas d'accident avec déclenchement d'airbag, ce système prévient automatiquement un service de secours et lui donne de premières informations précieuses, comme la localisation géographique de l'accident ainsi qu'un numéro de téléphone permettant de communiquer avec le conducteur. Ce service a été imposé en conclusion d'études indiquant que les séquelles d'un accident sont souvent moins graves si les secours interviennent très rapidement. Il est censé réduire de 4 % le nombre de morts, et de 6 % celui des blessés graves.

Cyril Chauvel, directeur adjoint du Laboratoire d'accidentologie, de biomécanique et d'études du comportement humain (LAB), indique : « Nous discutons actuellement avec les instances sur son évolution nommée "Advanced eCall" ». Les services de secours seraient en effet plus efficaces s'ils pouvaient aussi savoir à l'avance si le véhicule est sur le toit, le nombre d'occupants ou s'ils portaient leur ceinture. L'envoi de l'information d'un incendie ou d'une immersion quelques secondes après l'impact est également une donnée importante, ce qui impose un dispositif robuste de communication.



Résultats obtenus : des effets combinés

Selon l'Observatoire national interministériel de la sécurité routière (ONISR), la courbe du nombre de tués annuellement sur les routes en France métropolitaine affiche trois pentes : fortement ascendante entre 1963 et 1972, passant de près de 12 000 à 18 000 unités, puis descendante jusqu'en 2013 où un plateau s'est constitué à environ 3300 tués. Depuis cette date, une baisse très sensible est visible, et l'année 2019 enregistre avec 3 244 tués, le chiffre le plus bas de toute l'histoire des statistiques de la Sécurité routière. Les chiffres des accidents corporels (accidents ayant provoqué au moins un blessé) et des blessés, établis respectivement à 56 016 et 70 490, suivent cette courbe malgré une très légère hausse en 2019.

1970

Ceinture obligatoire aux places avant des voitures neuves (France)

1973

Port de la ceinture obligatoire aux places avant hors agglomérations (France)

1975

Port de la ceinture obligatoire aux places avant la nuit et sur les voies rapides urbaines (France)

1984

Prétensionneurs de ceinture (Mercedes)

1979

Port de la ceinture obligatoire aux places avant dans les agglomérations (France)

1975

Invention de l'enrouleur à cliquet par René Pouget, ingénieur chez PSA

2003

Port de la ceinture obligatoire dans les camions

2008

Chaque enfant transporté en voiture doit occuper seul une place équipée d'une ceinture

2011

Ceinture arrière gonflable (Ford Explorer)



Ces valeurs brutes doivent cependant être pondérées avec un critère de taille : le nombre de kilomètres parcourus par la totalité des véhicules dans l'année. Les chiffres affichent là aussi des progrès fulgurants pour la France métropolitaine : 7,7 tués par milliard de km parcourus par les véhicules en 2008, 5,8 en 2013 puis 5,4 en 2018.

Ce ratio permet également une comparaison entre les pays quelle que soit leur population. L'Union Routière de France (URF) a réalisé sur 2017 une compilation de sources d'informations des pays européens, bien que tous ne fournissent pas de façon systématique ces statistiques, ce qui explique les valeurs arrondies. Pour les 28 membres de l'Union européenne la moyenne est de 6 et en revanche pour les seuls 13 nouveaux Etats membres elle est de 16. Les champions sont l'Irlande, la Suède, le Royaume-Uni, la Norvège et la Suisse avec une valeur de 3 tués/milliard km. L'Allemagne et l'Espagne sont à 4, l'Italie à 7.

En France, il est également intéressant d'analyser la mortalité selon différents critères. Sur les 3 244 tués en 2019, 50 % l'ont été dans une voiture (contre 52 %

en 2008), 19 % à moto (idem en 2008), 15 % étaient des piétons (13 % en 2008) et 6 % des cyclistes (3 % en 2008). L'étude de l'URF montre également l'avantage sécuritaire des autoroutes en 2018 : 1,45 personne tuée par milliard de km parcourus, alors que ce rapport est de 5,36 pour l'ensemble des réseaux.

La forte baisse de mortalité est le résultat d'un ensemble de facteurs. Certains ont un effet immédiat comme la limitation de vitesse, l'obligation du port de la ceinture, le déploiement des radars ou les campagnes publicitaires, alors que les améliorations introduites sur les véhicules ne sont visibles que lorsque le parc automobile atteint un taux élevé de véhicules comportant ces améliorations. Des effets peuvent également être combinés, par exemple la baisse de vitesse moyenne des impacts peut permettre à un airbag ou à un système de freinage automatique d'intervenir dans une plage de vitesse où il est plus efficace.

La valorisation des progrès liés à l'automobile n'est possible que par des études. Une étude américaine indique que l'usage des ceintures entraîne une réduction du risque mortel de 65 % et ce chiffre monte à 68 % s'il est combiné avec un airbag. Le LAB



estime que les airbags frontaux diminuent de 60 % les lésions modérées (suppression des fractures faciales) et de 80 à 90 % les lésions graves de la tête et mortelles

De nombreuses études ont également été publiées sur la sécurité active. Celle du Conseil européen pour la R&D (EUCAR) sur le développement de l'ESP a conclu à une réduction de 20 % des accidents mortels. Les analyses du LAB montrent que si 100 % des véhicules du parc automobile français étaient équipés du freinage automatique d'urgence, les nombres de morts et de blessés graves sur les routes diminueraient respectivement de 10 % et 15 %.

Les espoirs dans la conduite autonome et la connectivité

Le conducteur est la principale cause d'accidents (inattention, capacités de conduite insuffisantes ou mauvaise appréciation du danger) : selon une estimation de l'Organisation mondiale de la santé, les erreurs humaines représentent 93 % des causes d'accidents. De même, une étude menée par le Virginia Tech Transportation Institute a révélé qu'aux USA les personnes au

volant sont distraites plus de la moitié du temps (52 %). Dans les pays industrialisés, il faut aussi prendre en compte la population vieillissante.

Une délégation de conduite progressive permettrait théoriquement d'améliorer le bilan en sécurité primaire. L'EuroNCap estime ainsi que le freinage automatique d'urgence diminuerait de 27 % le nombre d'accidents et sauverait 8 000 vies par an en Europe. Mais ce dispositif ne peut pas éviter toutes les collisions, et les possibilités d'accidents subsistent. Le freinage automatique d'urgence sera également sans effet dans certaines situations : non-respect d'un feu rouge, sortie de voie, baisse d'adhérence, etc. Une majorité de ces cas ne serait pas accidentogène si le conducteur gardait une attention permanente sur la conduite.

L'un des intérêts de la conduite autonome est de retirer les facteurs humains de la boucle du contrôle du véhicule. L'efficacité de cette stratégie est complexe en raison de nombreuses données inconnues et du grand nombre de facteurs entrant dans l'équation. Ainsi en 2016, une étude indépendante publiée par Volvo avait révélé que la conduite autonome réduirait sensi-



Test « choc piéton » et déclenchement du capot actif sur la Mercedes Classe E

blement le nombre d'accidents de la route, dans certains cas jusqu'à 30 %, alors que cette même année une enquête du NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) aux Etats Unis prévoyait une réduction de 80 % des accidents en 2035 grâce aux véhicules autonomes et connectés.

Aux alentours de 2015, de nombreux constructeurs avaient annoncé la commercialisation d'une voiture autonome entre 2020 et 2025. Ces lancements sont continuellement repoussés et seuls arrivent à maturité des programmes de navettes autonomes : véhicules à vitesse limitée, évoluant dans une zone réduite et disposant d'une grande redondance de contrôle. De nombreuses barrières sont encore à lever avant de pouvoir commercialiser des voitures particulières autonomes : capacité de contrôle dans toutes les situations (météo, trafic dense, manque provisoire de données, profil de route complexe), retour sûr en mode de conduite manuelle, équipement des routes (connectivité, standardisation des panneaux, présence de marquages au sol, etc.), ou encore homologation/validation, acceptabilité sociale, détermination des responsabilités. Par ailleurs, les effets des voitures autonomes sur la sécurité ne seront mesurables qu'à partir de leur proportion élevée dans le parc automobile.

Navigant Research prévoit que 40 % des véhicules en 2030 intégreront une forme de capacité de conduite autonome. Pour 2035, le chiffre monte à 75 %, représentant plus de 94 millions de véhicules autonomes vendus par an dans le monde.

À plus court terme, la connectivité permettra également d'améliorer la sécurité lorsque les véhicules pourront émettre et recevoir des informations avec d'autres

usagers et les infrastructures (incidents sur la voie, accidents, chantiers en cours, mauvaises conditions météo, etc.) avec un délai de transmission ultra-court, de l'ordre d'une dizaine de milliseconde. Des piétons ou des cyclistes pourront aussi intégrer cette boucle d'informations. La connectivité est également l'un des éléments facilitant la conduite autonome.

D'autres progrès en perspective

Il n'y a pas que les radars et autres réglementations qui sauvent des vies ! Les progrès dans la sécurité primaire, secondaire et tertiaire des véhicules ont également fortement contribué à la baisse de la mortalité routière et de la gravité des blessures.

Outre les attentes en la conduite autonome, des recherches dans différentes directions vont rendre la voiture encore plus sûre à moyen terme. Grâce au développement des outils numériques, des accidents réels sont reconstruits, tant en topologie du lieu, trajectoire du véhicule et sa déformation qu'en efforts subis par les occupants. Cette simulation facilite la compréhension des causes de l'accident et l'évaluation de l'efficacité des dispositifs de sécurité active, puis passive. Les mannequins numériques disposent désormais d'un maillage fin du squelette, de nombreux organes, des muscles, du cerveau... et peuvent représenter précisément différentes populations spécifiques comme des personnes âgées, enceintes ou de catégories de poids, de taille ou d'âge divers.

Le comportement du conducteur est lui aussi analysé, par exemple pour expliquer une « queue de poisson ». Des dispositifs permettent également de déterminer son niveau de fatigue ou de stress afin de l'alerter, et des systèmes de contrôle pourront bientôt stationner son véhicule en cas de problème de santé.

L'objectif ultime est d'éviter l'accident, ce qui demande une délégation de conduite, même provisoire, de l'ensemble du parc automobile : le modèle pourrait être celui des abeilles volant en colonie. Elles ont chacune une trajectoire distincte et évoluent toutes très proches les une des autres, sans pourtant se toucher. Elles disposent de capteurs d'environnement performants et d'une connectivité adaptée. L'automobile est encore loin de ce modèle mais les technologies de conduite autonome vont dans cette direction ●



LES BIENFAITS DE LA CEINTURE DE SÉCURITÉ

- **Prétensionneurs :** réduction des lésions à l'abdomen de 47 %
- **Limiteur d'effort :** réduction des lésions thoraciques de 41 %
- **En 2017,** 21 % des personnes blessées ou tuées ne portaient pas de ceintures

Interview Stéphane Buffat

Directeur du LAB



Diplômé en médecine avec spécialisation en aéronautique/spatial et docteur en sciences cognitives, Stéphane Buffat a intégré l'armée de l'air en 1998. Promu en 2002 assistant en recherche au département Facteurs Humains de l'IMASSA (Institut de médecine aérospatiale du service de santé des armées), il travaille en 2008 dans le département de Sciences Cognitives. Il participe à la création de l'Institut Cognition, avant d'être nommé en 2010 adjoint au chef de département « Action et Cognition en situation Opérationnelle » à l'Institut de recherche biomédicale des armées, puis directeur adjoint à l'Unité de recherche UMR-MD (CNRS/University Paris Descartes/SSA) où il passe son habilitation à diriger les recherches. Depuis octobre 2018, Stéphane Buffat est directeur du LAB.

Quelles sont les connaissances acquises par les re-simulations d'accidents ?

Le concept est de récupérer de nombreuses données de terrain sur l'environnement et la dynamique d'accidents réels (positions finales, points d'impact, déformations) et de recréer numériquement, à l'aide du logiciel de simulation PC-Crash, les conditions de survenue de ces accidents. Un élément crucial de cette reconstruction est la comparaison des déformations observées ou mesurées sur le terrain avec des bases de données de crash-tests réels. L'intérêt majeur est de reconstituer le cours de l'évènement tel qu'il s'est produit, puis d'en modifier les paramètres via, par exemple, l'intervention d'un système d'aide à la conduite. La reconstruction d'accidents est le socle de toute étude de robustesse et d'efficacité des systèmes d'aide à la conduite ou du véhicule automatisé – une activité qui s'appuie très largement sur la simulation numérique en raison de la diversité des scénarios à couvrir, et dont le coût serait prohibitif si elle était faite au physique.

Pour tendre vers le « zéro accident », il faut considérer l'évolution de l'ensemble des mobilités, ce qui implique d'accroître notre intérêt pour les usagers vulnérables

Le comportement du conducteur est-il également analysé ?

L'étude du comportement du conducteur est un domaine en pleine expansion. Pour le moment, les actions répétées du conducteur restent simples, comme le freinage quelques secondes avant le choc. Des travaux sont en cours pour mieux comprendre les circonstances de l'accident avant l'impact et intégrer des activités du conducteur plus élaborées. C'est un enjeu important mais complexe car le nombre de paramètres numériques est étendu.

Pourquoi travaillez-vous sur les évolutions morphologiques de la population ?

Un challenge important est de réussir la transition entre des systèmes de sécurité qui doivent couvrir au mieux l'ensemble de la population et des systèmes suffisamment bien développés pour personnaliser la sécurité quand cela est possible. Ainsi, l'évolution du surpoids constaté en Europe et en Amérique du Nord impacte le bon fonctionnement de la ceinture de sécurité. Celle-ci n'est efficace que si elle peut