

Assistance à la conduite-: les perspectives

La diversité des composants du système de circulation montre bien que l'utilisateur n'est pas responsable de tout. Il ne construit ni les routes ni les véhicules, pas plus que la météo ou la densité du trafic, la présence de travaux, la signalisation défaillante, etc. En revanche, il incombe à l'utilisateur de prendre les décisions qui s'imposent, en fonction de ce qu'il rencontre sur la route. Les véhicules qu'il utilise ou le réseau routier qu'il emprunte ou encore la gestion de la circulation doivent accroître sa sécurité, lui permettre d'optimiser ses décisions, voire même de pallier les conséquences de ses plus légères erreurs.

**par Daniel Augello,
Délégué à la Politique Transports,
Renault SA**

Les facteurs de risque

L'accident de la route intervient à la suite d'un dysfonctionnement du système de circulation. Ce dysfonctionnement naît d'une conjonction de facteurs

qui rompt la situation «-normale-» de conduite, crée une situation d'urgence, puis de choc. On considère souvent, pour des raisons pédagogiques, que ces facteurs sont liés (par ordre d'importance décroissante)-: à une défaillance de l'utilisateur, à un défaut de l'infrastructure, à un environnement détérioré, à une défaillance mécanique, ces facteurs pouvant se combiner entre eux.

En ce qui concerne la défaillance de l'utilisateur, l'accident n'est pas nécessairement la conséquence d'une prise de risque délibérée. L'individu peut prendre des risques, ou bien ne pas percevoir correctement le danger ou encore se trouver subitement exposé à une situation qu'il ne peut maîtriser. Parmi les principaux facteurs, citons-: l'alcoolisation, la fatigue, la distraction, les erreurs de conduite (dont la vitesse inappropriée, les réactions inadéquates).

Ces facteurs sont reliés soit aux caractéristiques psychologiques, physiologiques ou sociales de la personne soit à des caractéristiques transitoires. Bien entendu, un accident n'intervient pas à chaque fois que l'on constate une défaillance de l'utilisateur-; cette défaillance ne fait qu'augmenter le risque.

En ce qui concerne les facteurs liés à l'infrastructure, il est bien connu que certains sites routiers sont considérés comme des «-points noirs-». En général, ces sections ne respectent pas une des sept exigences de sécurité-: visibilité, adéquation à la dynamique des mobiles usagers, possibilité d'évitement et de récupération, limitation de la gravité des chocs, cohérence de tous les éléments de l'infrastructure, gestion adéquate des flux.

Un environnement détérioré comprend-: de mauvaises conditions météorologiques, des possibilités insuffisantes d'alerte et de secours, des conditions de circulation difficiles.

Les facteurs de risque liés au véhicule concernent plutôt son état-: usure de certaines pièces (freins, amortisseurs, pneumatiques), qualité de l'éclairage, qualité du châssis, etc. Les véhicules neufs sont de mieux en mieux équipés pour la sécurité. En particulier, les progrès portent depuis longtemps sur la limitation de la gravité des accidents-: ceintures de sécurité, prétensionneurs, *airbags*, éléments de carrosserie absorbant l'énergie. Depuis plus récemment, les constructeurs équipent leurs véhicules de dispositifs de sécurité primaire (ABS, maintien de la trajectoire, assistance au freinage d'urgence, etc.).

De nombreux projets de R&D impliquant fortement les TIC

La notion d'assistance à la conduite trouve son origine dans les programmes Eureka, Prometheus et Carminat, qui se sont déroulés de 1987 à 1994. Cette notion est née de la constatation que dans un grand nombre de situations accidentogènes, un gain d'une seconde, voire d'une fraction de seconde, dans la juste compréhension d'une situation, grâce à une information adéquate ou bien l'amorce d'une réaction par un automatisme approprié, pouvait faire la différence entre accident et non-accident, ou encore en matière de réduction de la gravité de l'accident.

D'une manière analogue (bien que moins critique) un conducteur bien informé sur l'itinéraire à suivre dans un environnement routier ou urbain inconnu grâce à un système de guidage, ou bien renseigné sur les conditions à venir du trafic, voit son stress diminué et son attention portée à la conduite augmentée, diminuant ainsi la probabilité d'une situation accidentogène.

A cette même époque, les potentialités technologiques en termes de puissance de calcul embarqué, de capteurs, d'algorithmie, de télécommunication mono- ou bidirectionnelle rendaient réaliste cette approche de fonctions d'assistance à la conduite et de coopération avec l'infrastructure.

C'est ainsi que les différents démonstrateurs Carminat et Prometheus se sont concrétisés. Depuis, certains ont fait l'objet d'une commercialisation: Carminat (pour la navigation/guidage et l'information sur le trafic), ACC (régulateur de vitesse/distance), l'ESP (contrôle électronique de stabilité).

D'autres ont fait l'objet d'expérimentation, comme Aida (pour la communication courte portée entre le véhicule et l'infrastructure) et IVHW (*Inter Vehicle Hazard Warning*) (pour la communication entre véhicules, réalisant la fonction d'alerte rapprochée).

D'autres fonctions enfin font encore l'objet de travaux de recherche comme la détection et l'évitement d'obstacles ou la détection de baisses de la vigilance (Cf. figure 1).

La mise en œuvre des dispositifs d'assistance à la conduite repose sur l'analyse des événements qui précèdent l'accident, sur ce que nous appelons des « études détaillées d'accident-», qui constituent les bases de données accidentologiques. Celles-ci sont élaborées, depuis plusieurs années, en collaboration avec l'Inrets (Institut national de recherche sur

La mise en œuvre des dispositifs d'assistance à la conduite repose sur l'analyse des événements qui précèdent l'accident, sur ce que nous appelons des « études détaillées d'accident-»

les transports et leur sécurité) et le Ceasar, structure directement active sur le terrain. Le but est de pouvoir décrire les facteurs qui vont faire que l'accident se produise. Des équipes interviennent en temps réel sur les lieux de l'accident, en même temps que les services de police et de secours, et décrivent les accidents grâce à leurs observations et leurs contacts avec les différents acteurs présents.

Le LAB (Laboratoire d'accidentologie et de biomécanique, commun à Renault et PSA) travaille ainsi sur un peu plus d'un millier de cas de pré-collision, en France, afin d'identifier les événements

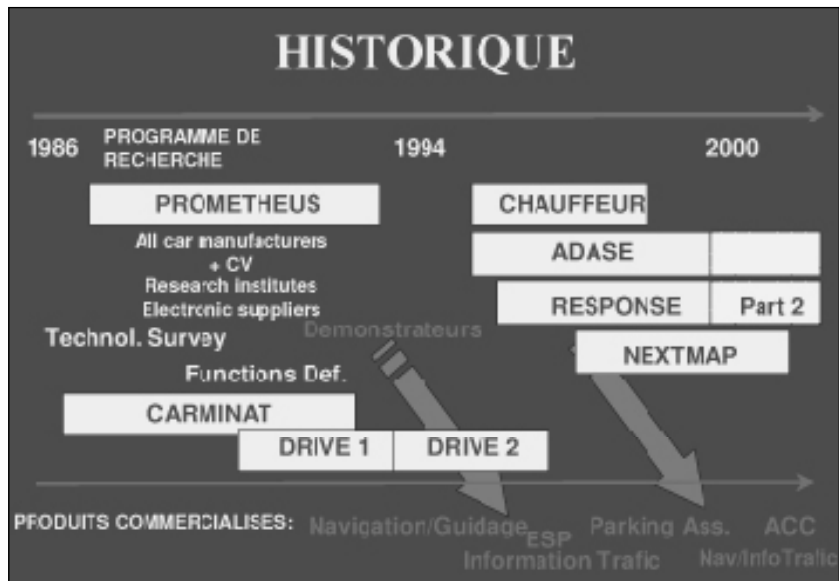


Figure 1. - Historique des projets de recherche.

initiateurs des chocs. Nous les répartissons, dans un premier temps, selon une typologie classique: comportement humain, véhicule, infrastructure ou environnement (en particulier les conditions météorologiques). Nous les répartissons aussi selon des typologies de routes: sur les sections de droites, dans des virages ou à des intersections. Nous constatons que dans 70 à 83% des cas, l'être humain est le premier responsable. Nous expliquons ces erreurs par des défaillances de différents types. Les premières sont:

- des défaillances de perception (le conducteur déclarant le plus souvent «-je n'ai rien vu-») qu'on retrouve dans 50-% des cas-;
- des défaillances d'évaluation de la situation (vitesse, distance, adhérence, etc.) dans 15-% des cas-;
- des défaillances d'interprétation (incompréhension de la situation) dans 8-% des cas-;
- de mauvaises décisions dans 10 % des cas-;
- enfin de mauvaises manœuvres – malgré une bonne décision – pour 17-% des cas.

Nous pouvons également, sur la base des études détaillées d'accidents, classer les différentes défaillances selon le

type de route, ligne droite, virage ou intersection.

Les problèmes posés par ces différentes défaillances nécessitent des réponses différentes. Il est donc indispensable de décrire non seulement les défaillances, mais aussi les mécanismes ayant entraîné ces erreurs. C'est à cette condition seulement qu'on peut espérer mettre au point des dispositifs susceptibles d'aider le conducteur.

On constate que dans 17-% des accidents, des informations sont indisponibles. Or, certains dispositifs sont capables de fournir ces données au conducteur, alors qu'il ne peut les détecter lui-même.

Dans 40-% des cas, on observe des sous-activations: le conducteur n'est pas en situation de percevoir, d'interpréter et de décider. Là aussi, des dispositifs peuvent l'aider.

Enfin, dans 40-% des cas, la responsabilité repose sur des erreurs de conduite (erreurs d'interprétation, de décision et d'action). C'est dans ces cas-là qu'on se pose aujourd'hui la question d'assister le conducteur par l'automatisation de certaines fonctions de conduite.

Les exemples sont: l'ABS, l'amplificateur de freinage d'urgence, le contrôle électronique de stabilité (ESP), le régulateur de vitesse/distance (ACC) et, à plus long terme, la détection d'obstacles et le *lane keeping* ou suivi de ligne.

L'interaction homme-machine

Cependant, le défi que la conception de ces systèmes d'assistance doit relever réside dans l'étude de l'interface homme-machine, ou plus précisément du processus d'interaction entre l'homme et la machine, et dans la nécessité évidente qu'ils soient utilisés par l'homme – le conducteur – sans contraindre exagérément son style de conduite ou ses habitudes tout en comportant une certaine dose de prescriptivité ou d'automatisme, condition nécessaire à une amélioration réelle et tangible de la sécurité.

C'est sur ce point que les analyses divergent parfois entre pouvoirs publics ou chercheurs et constructeurs d'automobiles. Il est évident que des fonctions très prescriptives et très automatisées auraient une efficacité théorique beaucoup plus grande du point de vue de la sécurité, à la condition expresse de trouver des clients pour les acheter et s'en servir (à moins que cela ne fasse l'objet d'obligation de montage au travers de directives européennes).

Toutefois, compte tenu du prix auquel ces fonctions peuvent commencer à être mises sur le marché, passer par le stade de l'obligation réglementaire est irréaliste. Il est indispensable d'amorcer le processus vertueux de baisse des coûts au fil de l'enchaînement production, vente, productivité, en mettant sur le marché des produits susceptibles de trouver des clients solvables, et donc des produits répondant à des besoins solvables, tout en apportant une contribution significative mais non optimale à l'amélioration de la sécurité routière.

De plus, l'examen des forces et faiblesse comparées de l'homme et de la machine (Cf. figure 2) nous conforte dans notre attitude prudente quant à l'automatisation totale de la conduite: il faut savoir ne pas aller trop loin.

L'autre phénomène à prendre en considération dans ces développements est constitué de l'effet secondaire (ou pervers) que peut induire l'usage de ce genre de fonction. Les construc-

teurs sont très sensibles à cet aspect et conduisent des tests très approfondis avant commercialisation. Pour Carminat, par exemple, plus d'un million de kilomètres x conducteurs ont été accumulés dans la phase de mise au point finale du produit (dans le cadre du projet européen Carminat-Cities).

A l'avenir, pour ces fonctions de sécurité active, nous sommes profondément convaincus qu'il convient d'adopter une approche statistique et relative (résultats avec la fonction par rapport à la situation de référence sans la fonction) pour

pallier ces phénomènes d'effets secondaires ou plus généralement d'homéostasie du risque. En effet il s'agit d'augmenter majoritairement et statistiquement la sécurité, pas nécessairement de résoudre à 100-% et immédiatement tous les problèmes, pour toutes les configurations et tous les comportements. Qualitativement, l'homéostasie du risque est un phénomène indéniable, mais aucune étude statistique sérieuse (prenant en compte – comme en épidémiologie – les facteurs de confusion) n'a démontré à ce jour, quantitativement et statistiquement, un effet néfaste sur la sécurité de l'offre de fonctions d'assistance à la conduite du type ABS, par exemple. Dans cet ordre d'idée on peut aussi ajouter que, heureusement ou malheureusement, le risque routier ne fait pas partie de l'univers objectif du conducteur: le conducteur moyen prend parfois des risques sans

en avoir conscience. Comment, dans ces conditions, pouvoir affirmer que tel dispositif (ABS, *airbag* ou autre), en renforçant le sentiment de sécurité, va faire prendre plus de risques alors même que le fond du problème est que les risques, dans la très grande majorité des cas, sont pris inconsciemment.

Les domaines d'application

Ultime paradoxe à justifier: il s'agit du champ d'application des fonctions d'assistance de première génération que sont les voies du type autoroutes ou voies rapides urbaines. Force est de constater que ce n'est pas sur ces voies que l'insécurité routière est la plus critique et quantitativement la plus importante (de l'ordre de 4-% des victimes de la route). D'autre part, il est de fait que ces premières générations de systèmes ne sauront pas prendre en compte tous les contextes, toutes les situations et tous les usagers (piétons, cyclistes, animaux) et c'est pourquoi le domaine autoroutier constitue un excellent laboratoire d'introduction de ces technologies nouvelles nous permettant (nous, constructeurs et équipementiers), d'amorcer un processus de progrès pas-à-pas, technique et économique, sur la durée, amorçant ainsi le marché générateur de productivité et de baisses de coûts justifiant des investissements complémentaires dans les recherches visant à augmenter les performances et le périmètre de fonctionnement de ces dispositifs.

L'examen des forces et faiblesse comparées de l'homme et de la machine nous conforte dans notre attitude prudente quant à l'automatisation totale de la conduite: il faut savoir ne pas aller trop loin

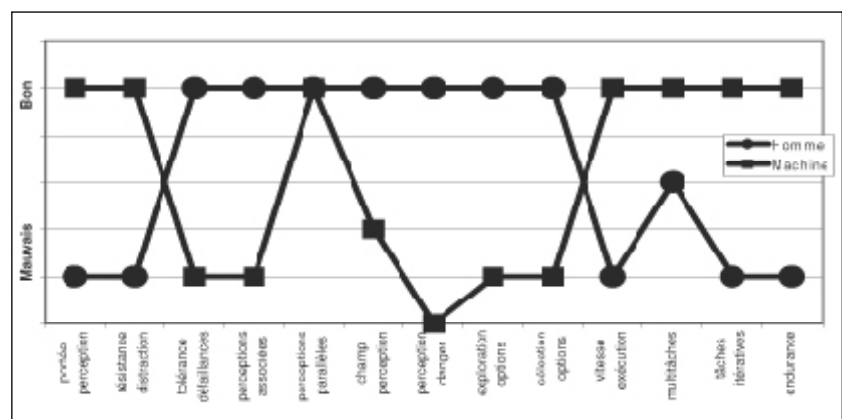


Figure 2. - Forces et faiblesse comparées de l'homme et de la machine.

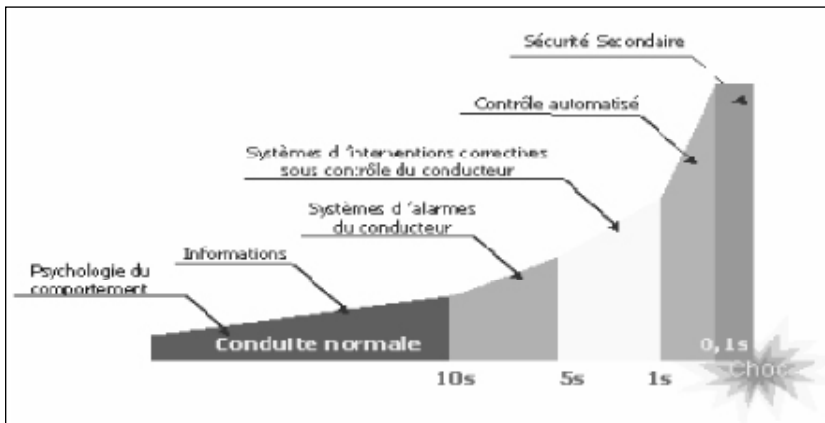


Figure 3. - Plus le danger est proche, plus le besoin est important de dispositifs de sécurité électroniques.



Figure 4. - Feuille de route des systèmes intégrés d'assistance à la conduite.

La démarche inverse prônée par certains chercheurs considérant que la seule vraie solution est l'automatisation totale de la conduite des voitures particulières relève, industriellement, socialement et économiquement, de l'utopie techniciste. Ajoutons à cela qu'aucun scénario d'introduction et de déploiement n'a à ce jour été ébauché et que personne ne sait (ou ne veut) répondre à la question des constructeurs: dans cette hypothèse d'automatisation complète, qui sera responsable, et de quoi?

A *contrario*, la commercialisation et l'intégration progressive de fonctions d'information, d'alarme, d'assistance sous contrôle du conducteur, d'intervention automatique (Cf. figure 3) tout

cela en coopération (Cf. figure 4) avec une infrastructure devenue, elle aussi, intelligente, devraient nous amener, éventuellement et sur le très long terme (2030/2050-?), aux portes de la route automatisée, au sens technique de ce terme.

Définition de quelques fonctions d'assistance à la conduite

--Carminat: système de navigation/guidage intégrant les informations sur le trafic en temps réel. L'information est à la fois visuelle et sonore, avec synthèse de la parole.

--ACC (*Adaptive Cruise Control*): système régulant la vitesse du véhicule à la valeur choisie par le conducteur ou,

en présence d'un autre véhicule sur la même voie, régulant la distance avec ce véhicule (de 1,2 à 2 secondes) avec action sur l'accélérateur et les freins.

--UDC: système comparable à ACC, mais avec un domaine de fonctionnement étendu jusqu'à la vitesse nulle et le redémarrage automatique (décollage), avec éventuellement une communication avec l'infrastructure pour la transmission d'une vitesse de consigne.

--ESP: système de contrôle électronique de stabilité destiné à corriger des sous ou sur-virages, en cas d'inadaptation de la vitesse à la courbe et/ou à l'adhérence disponible, ceci par un freinage différencié des quatre roues.

--ABS: système destiné à éviter le blocage des roues en cas de freinage, permettant ainsi de conserver la directivité du véhicule.

--Lavia: système de limiteur de vitesse s'adaptant à la vitesse autorisée sur l'infrastructure utilisée par l'automobiliste, résultat obtenu par l'intégration d'un limiteur de vitesse et d'un système de navigation, avec une base de données contenant les vitesses réglementaires par tronçon de route et/ou par une communication courte portée avec l'infrastructure (signalisation «intelligente»).

--Aida: système d'information embarqué, reposant sur la communication bidirectionnelle courte portée sol/véhicule. Le véhicule fait remonter automatiquement de l'information au PC de circulation (vitesse, pluie, brouillard...) et en reçoit en retour.

--IVHW (*Inter Vehicle Hazard Warning*): système d'alerte rapprochée du message «feux de détresse», sur une portée de un à deux km, avec géolocalisation et sens de circulation.

--Collision Warning ou détection d'obstacle: système analogue à l'ACC, mais avec prise en compte des obstacles fixes de toutes natures pouvant se trouver sur la trajectoire.

--Lane Keeping ou suivi de ligne: système de maintien de la trajectoire sur la voie de circulation par lecture vidéo du marquage horizontal de la route.

--E-Call ou appel d'urgence: système intégrant GPS, GSM et un détecteur de choc, destiné à envoyer un «SOS» géolocalisé aux services de secours en cas d'accident. ●