

L'automobile, convergence de nouvelles technologies*

Pierre Faure (60),
président-directeur général de Sagem

Le respect de l'environnement et le développement de la communication sont au cœur de l'évolution actuelle de l'économie. L'automobile, initialement considérée comme un moyen privilégié de déplacement, a été très recherchée par nos sociétés pour cela, et a ainsi contribué à leur développement économique. Elle se retrouve maintenant propulsée au centre de cette évolution. Le monde de la mobilité et de l'automobile en particulier constituera donc un terrain propice au développement des nouvelles technologies qui favorisent un meilleur respect de l'environnement et la croissance des communications et des loisirs.

L'automobile au centre du respect de l'environnement

Depuis le milieu des années 80, les efforts de recherche et développement des constructeurs automobiles ont conduit à une réduction significative des émissions de polluants des véhicules.

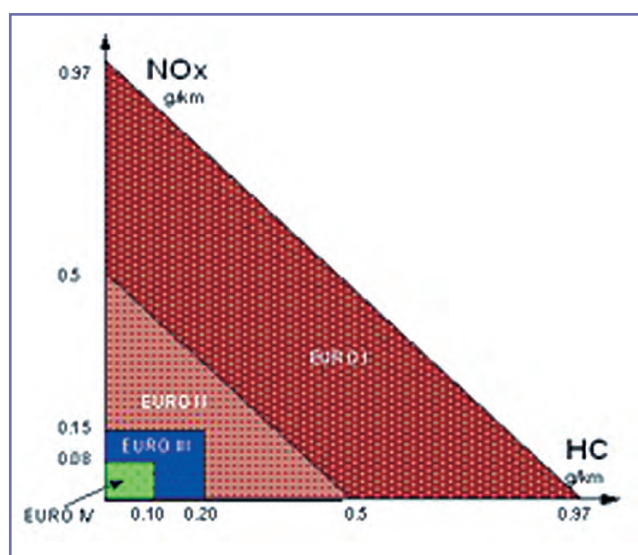
Ainsi, les véhicules répondant aux normes Euro IV auront des niveaux d'émission 10 fois inférieurs aux niveaux d'émission des véhicules des années 90.

De plus les constructeurs se sont attachés à réduire les émissions de gaz carbonique, celles-ci sont directement liées à la consommation de

carburant. Ils se sont engagés à ce que, à l'horizon 2012, les voitures neuves rejettent moins de 120 g de CO₂ par kilomètre.

Le graphique ci-dessous donne l'évolution de la législation européenne de 1993 à 2005 en ce qui concerne les niveaux d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures imbrûlés.

Cette formidable évolution des performances du groupe motopropulseur a été possible grâce à l'amélioration des systèmes de contrôle qui mettent en œuvre, à des coûts de très grandes séries, des solutions qui ont permis de piloter des avions ou de commander des systèmes d'armes des plus complexes.



De nouvelles technologies de moteurs

La réduction des émissions de dioxyde de carbone, tout en maîtrisant les émissions des autres polluants, se fera par une reconception profonde des moteurs. On peut donner, comme exemple de mutation technologique, le remplacement de l'arbre à cames mécanique par la commande individuelle des soupapes à l'aide d'actionneurs électromagnétiques pour les moteurs des années 2005. Le résultat attendu est une consommation de carburant réduite de 15 % à 20 %, et un couple à bas régime amélioré d'au moins 20 %.

Le principe de ces actionneurs est d'emmagasiner l'énergie dans deux ressorts en opposition, celui de la soupape et celui de l'actionneur, et de compenser les pertes essentiellement dues aux frottements lors du mouvement, en commandant l'électroaimant pour attirer la palette et donc la soupape vers l'une des deux positions stables, ouverte ou fermée.

Une des principales difficultés de ce système réside dans le pilotage des électroaimants pour assurer une vitesse d'accostage des soupapes sur leur siège comparable, voire inférieure, à celle

qui est obtenue par un système classique à arbres à cames, et ce afin de garantir la durée de vie du système et de limiter le niveau de bruit acoustique. Ce pilotage en déplacement et en vitesse met en œuvre des algorithmes d'asservissements à gains variables et à coefficients auto-adaptatifs directement dérivés de solutions appliquées dans certains systèmes de défense comme le pilotage du balayage des miroirs de caméras thermiques.

Il est exécuté en numérique par un contrôleur par cylindre dont la puissance de calcul est supérieure à toute la puissance de calcul d'une voiture de milieu de gamme d'aujourd'hui.

La surveillance permanente des performances du moteur

À partir du 1^{er} janvier 2001, tous les véhicules neufs devront être équipés de diagnostic embarqué, OBD pour *On Board Diagnostic*, qui surveille en permanence les fonctions du véhicule qui garantissent le respect des normes, notamment celles qui concernent l'environnement.

Le progrès de l'électronique digitale, l'utilisation massive de processeurs de traitement du signal associés aux capteurs jouent un rôle déterminant dans cette évolution.

Citons comme exemple l'exploitation de la mesure du courant d'ionisation.

Lors de la combustion du mélange, il se crée des radicaux libres qui soumis à une différence de potentiel donnent naissance à un courant image de la pression cylindrique. Mesuré aux bornes des électrodes de la bougie d'allumage, le signal résultant est traité numériquement par le calculateur de contrôle moteur. On en déduit la valeur et la position du maximum de pression dans le cycle de combustion, ce qui permet de vérifier l'occurrence de celle-ci et d'adapter

l'avance à l'allumage pour obtenir le rendement maximum. De plus l'analyse spectrale en temps réel du signal permet de prévenir les risques de combustion anormale comme l'apparition du cliquetis.

La généralisation des systèmes asservis électriques

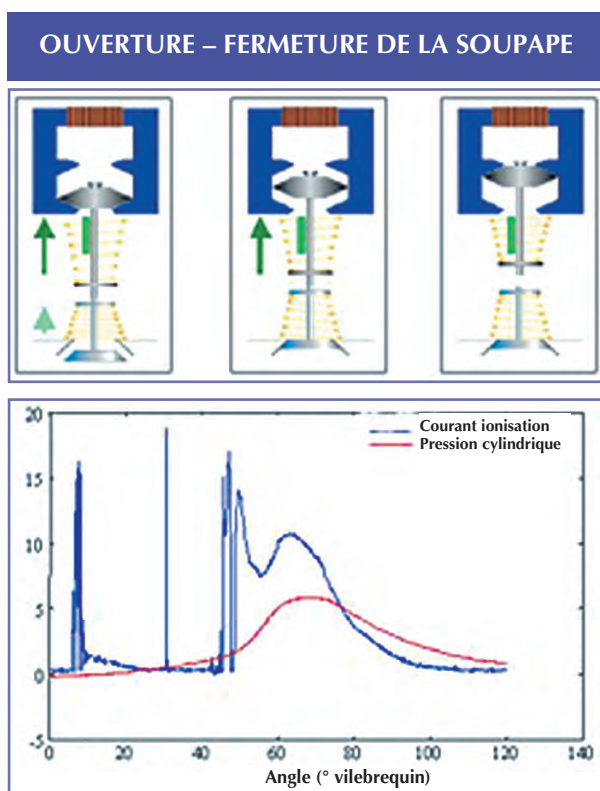
Le principe général, qui motive toutes ces évolutions, est qu'un système contrôlé et asservi offre, outre des performances nettement supérieures à celles des systèmes mécaniques classiques, un meilleur niveau de sécurité et un bien meilleur rendement que ceux des systèmes mécaniques. En effet, même si la double conversion d'énergie, mécanique-électrique puis électrique-mécanique, présente un rendement *a priori* plus faible, l'utilisation de l'énergie, au moment où il le faut, et juste en quantité nécessaire, améliore le bilan énergétique du véhicule.

Ces nouveaux systèmes voient le jour grâce au transfert vers l'automobile de technologies de sûreté et d'électronique fiable à haute température, technologies qui sont entre autres à l'origine des commandes de vol des avions d'arme modernes.

Ils recouvrent une grande diversité de fonctions allant d'accessoires entraînés électriquement comme le compresseur de climatisation ou le groupe motoventilateur, à des sous-systèmes complexes comme le "drive by wire", génération du couple moteur, et le "clutch by wire", pilotage de l'embrayage et du changement de rapport, qui sont déjà commercialisés. Ils concerneront prochainement le "brake by wire", freinage électrique, et le "steer by wire", direction électrique, elle aussi sans liaison mécanique.

L'automobile au centre d'un monde de communications et de loisirs

Les nouveaux véhicules sont conçus pour offrir des niveaux constamment améliorés de confort et de sécurité au conducteur et aux passagers.



Le réseau intérieur du véhicule

Pour satisfaire ce besoin, la structure électronique de l'habitacle s'oriente vers un ensemble de systèmes intelligents assurant les différentes fonctions du véhicule comme le confort climatique, l'éclairage, la sécurité...

Ces systèmes sont organisés autour de bus multiplexés et sécurisés dans une architecture héritée des systèmes de télécommunications. On y retrouve des passerelles ou "gateway", de la redondance, du temps réel, de la sécurité, du contrôle d'accès...

La répartition de l'intelligence dans le véhicule permet d'atteindre un niveau de performance et de convivialité aujourd'hui réservé aux véhicules haut de gamme. De plus, l'architecture logicielle du calculateur central de l'habitacle autorise le constructeur à gérer l'implantation au moindre coût des différentes fonctions du véhicule.

Ainsi, la gestion des ouvrants, la régulation de la température de l'habitacle deviennent des fonctions standards.

On peut facilement imaginer que ces systèmes s'enrichiront de dispositifs de contrôle d'accès sophistiqués comme la reconnaissance d'empreinte digitale, de moyens de transmission de l'information à haut débit par fibres optiques, d'interfaces mieux adaptées à la conduite automobile telle que la commande vocale... Autant d'occasions de convergence des technologies issues d'autres domaines.



PRINCIPE DE LA NAVIGATION DISTRIBUÉE



Le véhicule dans des réseaux de communication

La connexion du véhicule à l'extérieur via le réseau Internet constitue un autre domaine de prédilection des nouvelles technologies : le véhicule devient ainsi un espace de communications et de loisirs.

Le réseau Internet est aujourd'hui accessible à l'automobiliste grâce à l'ensemble des technologies associées au téléphone mobile, dont les plus importantes, pour le développement de la communication dans les véhicules, sont le WAP, *Wireless Application Protocol*, et le GPRS, *Global Packet Radio System*.

L'automobile se comporte comme un terminal dans un réseau de services distribués. Le plus immédiat pour l'automobiliste est bien sûr de lui permettre d'accéder directement à ses informations personnelles, à son agenda et à sa messagerie.

Certains services liés à la mobilité, tels que l'information en temps réel sur le trafic, le guidage routier, la consultation des disponibilités des hôtels, des restaurants, des parkings..., sont déjà ouverts.

Dans le contexte Internet, le foisonnement d'idées va entraîner très rapidement la création d'autres services tels que le diagnostic du véhicule, la gestion de flotte, la fourniture de sons et d'images...

Pour les passagers du véhicule, l'agrément et l'animation du voyage constituent des prestations attendues. On imagine que chacun disposera

rapidement d'un terminal multimédia qui lui permettra d'accéder à des services distribués de jeux, de musiques, d'images...

De plus, l'émergence de la télévision numérique terrestre et de ses possibilités de réception sur un véhicule permettront dans un avenir proche de se connecter directement sur leur programme de télévision favori.

Pour le conducteur et pour les passagers la connexion aux réseaux se fera au moyen de leur terminal personnel. La voiture apportera l'interface homme-machine appropriée au travers de périphériques comme la reconnaissance vocale, les écrans haute résolution, les mémoires de masse, la génération de son de qualité.

En conclusion, il ressort clairement que l'industrie automobile est devenue une industrie de pointe, qu'elle utilise dans certains secteurs les technologies les plus avancées, tirées par d'autres marchés, les télécommunications en particulier et qu'elle est l'acteur principal du développement technologique dans d'autres secteurs, l'environnement par exemple. ■

* Nicolas Donjon et Henri Trintignac de la Division Automobile de Sagem ont contribué à cet article.