



ELECTRONIQUE AUTOMOBILE



*Encyclopédie
des Accros de l'auto*



Une conquête rapide

Toutes les voitures qui circulent aujourd'hui sur nos routes sont bourrées d'électronique. Airbags, lecteur CD, GPS... que ferions-nous sans eux?

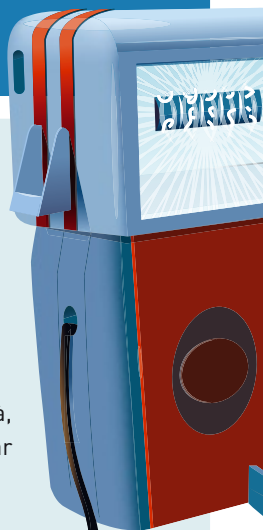
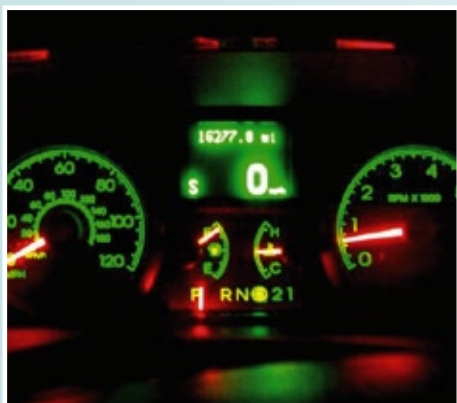
Difficile d'imaginer une voiture sans gadgets électroniques. Et pourtant, cela ne fait que 35 ans que **l'électronique** a conquis l'automobile. Pourquoi? Les prix des carburants étaient alors si élevés que les constructeurs ont cherché activement des façons de réduire l'appétit de leurs véhicules.

L'homme ne peut pas tout contrôler.

C'est pourquoi il est si pratique de voir un témoin s'allumer sur le tableau de bord lorsque le réservoir est presque vide. Ou lorsque nous avons oublié de boucler notre ceinture de sécurité. La technologie qui rend tout cela possible, c'est l'électronique. Les pages suivantes t'expliquent comment

cette technologie marche exactement. Mais ce que nous pouvons déjà te dire, c'est que l'électronique s'est surtout développée avec l'invention de la **radio**. Et la radio, comme tu le sais certainement déjà, a été inventée **vers 1900** par un Italien appelé Marconi.

Malgré tout, il a fallu attendre **les années 70** pour que l'électronique soit utilisée dans les voitures. Avant cela, tous les équipements, comme l'indicateur de vitesse et le compteur kilométrique, étaient entièrement





mécaniques. La première partie de la voiture commandée par l'électronique, c'était l'**alimentation en carburant**. Les voitures ont ainsi vu leur consommation réduite, ce qui n'était pas du luxe à une époque où les prix de l'essence et du diesel battaient tous les records. Depuis lors, l'électronique a entièrement conquis l'automobile.



Des signaux intelligents

L'électronique est la petite sœur de l'électricité. Ce n'est que bien longtemps après la découverte de l'électricité que les **électrotechniciens** se sont mis à utiliser le courant pour **commander des appareils**. C'est un peu flou? Tout va s'éclaircir dès que tu auras lu les pages suivantes.



Qu'est-ce que l'électricité?

L'électricité est une source d'énergie facile à utiliser pour produire une autre énergie: de la lumière, de la chaleur, du son et du mouvement. L'électricité est également facile à transporter via des canalisations. Ces canalisations doivent toutefois être faites dans un matériau qui laisse passer le courant, comme le métal. Les matériaux qui ne laissent pas passer le courant, comme le plastique, sont utilisés pour isoler les canalisations, pour que celles-ci puissent être touchées sans danger. C'est très important, car l'électricité peut être mortelle.

Un système électronique se compose toujours de trois éléments:

1

Un capteur qui recueille des données



2

Une unité centrale qui traite les données et les convertit en une instruction



3

Un appareil qui exécute l'instruction émise par l'unité centrale

Le **capteur** mesure et enregistre la chaleur, la luminosité, le mouvement ou le rayonnement. Le capteur convertit ces données en un **signal électrique**, qu'il envoie à l'unité centrale de traitement en passant par un câble. En fait, quand on y pense, le capteur est l'équivalent d'un sens chez l'homme: la vue, l'ouïe ou le toucher.

L'**unité centrale de traitement** se compose d'un ordinateur, qui reçoit les signaux de tous les capteurs, les traite et les convertit en instructions pour les différentes pièces et les différents mécanismes de la voiture.

Les **appareils** à commande électrique convertissent le signal de l'unité centrale de traitement en **mouvement, son, lumière ou chaleur**.



L'essuie-glace automatique

Il pleut. Le capteur intégré dans la face intérieure du pare-brise avant émet en permanence des **rayons lumineux invisibles** à l'homme, qui sont réfléchis par la face extérieure du pare-brise. Mais plus le pare-brise est mouillé, moins la lumière est réfléchie. C'est ainsi que le capteur "mesure" la pluie et envoie un signal à l'unité centrale de traitement.

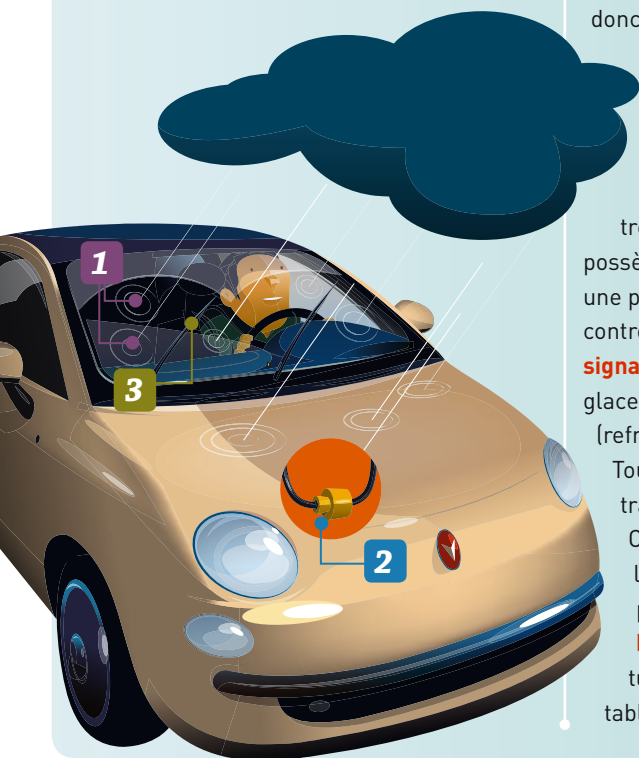
L'unité centrale de traitement reçoit le signal du capteur du pare-brise et le convertit instantanément en un nouveau signal, qui est une instruction à l'attention des essuie-glaces.

Les essuie-glaces reçoivent le signal de l'unité centrale et se mettent en route. Et les voici qui balayent le pare-brise avant sans la moindre intervention du conducteur.

Tu te demandes peut-être pourquoi le capteur intégré dans le pare-brise n'envoie pas directement son signal aux essuie-glaces? C'est un détour, quand même, de passer par l'unité centrale de traitement? Eh bien, il faut que tu saches qu'une voiture moderne renferme un grand nombre d'applications commandées par différents capteurs. Un bel exemple: le **contrôle de stabilité** (pour en savoir plus sur le sujet, rue-toi sur les pages 6, 7 et 8). L'unité centrale de traitement est donc bien utile pour garder une vue d'ensemble et faire les bons choix.

Une voiture compte tant de capteurs que tous ces signaux feraient même dérailler un ordinateur central très puissant. C'est pourquoi une voiture possède plusieurs unités de traitement: une pour tous les **signaux de sécurité** (ABS, contrôle de stabilité), une pour tous les **signaux de confort** (climatisation, essuie-glaces), une pour tous les signaux du moteur (refroidissement, gaz d'échappement)...

Tous les capteurs d'une même unité de traitement forment ainsi un seul réseau. Ces différents réseaux sont connus sous leurs noms anglais, et souvent désignés par une abréviation telle que **bus CAN, bus LAN, bus MOST ou FlexRay**. Et si tu parlais un peu du bus CAN, ce soir à table? Effet garanti!





Les capteurs au service de la sécurité

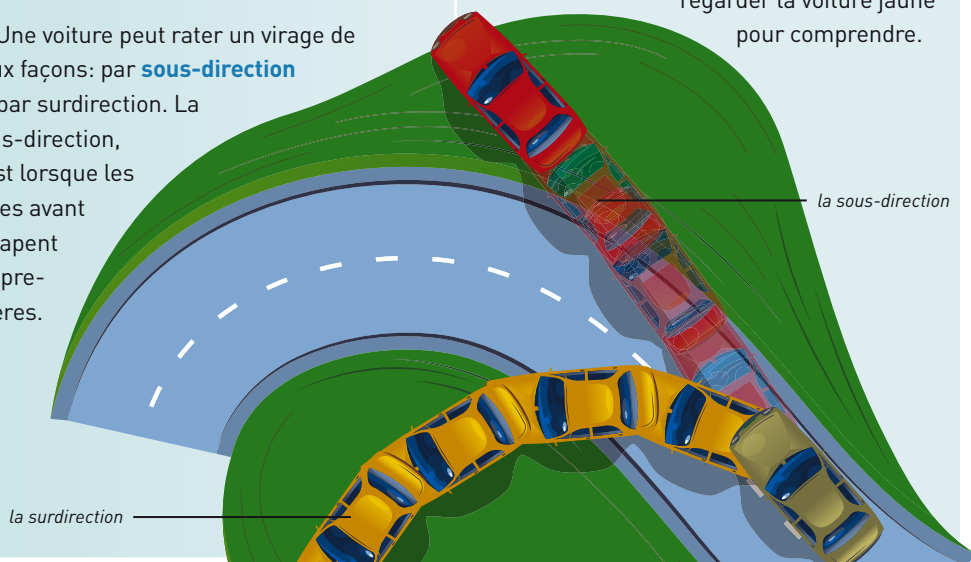
L'électronique **sécurise** les voitures. Les capteurs voient des choses que l'automobiliste ne voit pas, et l'ange gardien électronique maintient la voiture sur la route lorsqu'elle aurait tendance à déraper dans un virage. Ces capteurs sont réellement captivants.

La stabilité contrôlée

Une voiture qui prend un virage à trop vive allure, ou un conducteur qui donne un coup de volant brutal... dans les deux cas, la voiture termine dans le fossé. Sauf si elle est équipée d'une aide électronique, mieux connue sous le nom de "système électronique de contrôle de stabilité".

Une voiture peut rater un virage de deux façons: par **sous-direction** ou par **surdirection**. La sous-direction, c'est lorsque les roues avant dérapent les premières.

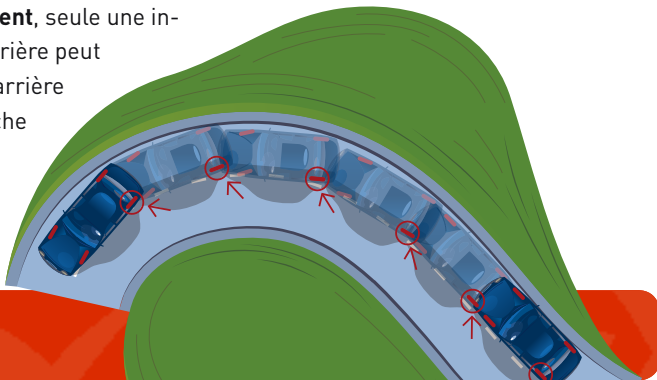
La voiture tourne alors moins fort qu'elle le devrait. C'est par exemple le cas de la voiture rouge illustrée. La **surdirection**, c'est lorsque les roues arrière sont les premières à perdre toute adhérence sur la route. L'arrière de la voiture dérape et fait tourner la voiture beaucoup plus serré que nécessaire. Il suffit de regarder la voiture jaune pour comprendre.



Si une voiture équipée du **contrôle de stabilité** menace de dévier de sa trajectoire, le système intervient en ralentissant l'une des

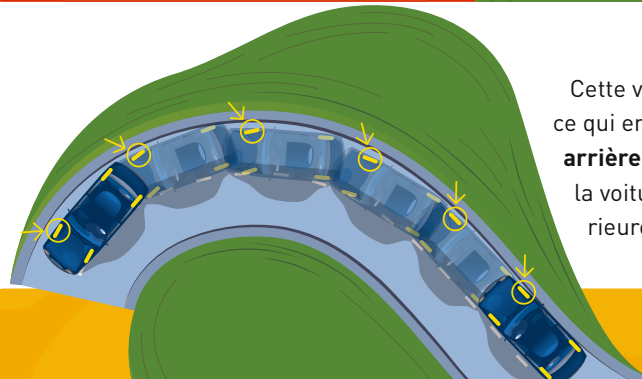
roues qui adhèrent encore à la chaussée. Les dessins ci-dessus illustrent le fonctionnement du système.

Cette voiture menace de quitter la route par sous-direction et, comme **les roues avant dérapent**, seule une intervention au niveau des roues arrière peut être efficace. En freinant la roue arrière intérieure, l'angle gardien déclenche un mouvement supplémentaire de rotation. Un mouvement qui permet de garder le véhicule sur la route.



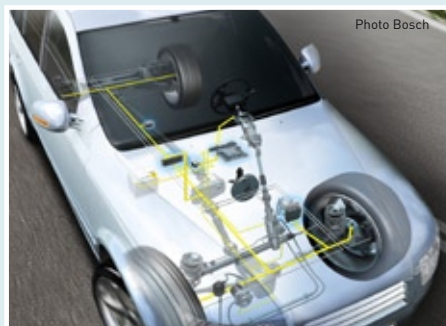
dérapage des roues avant

Cette voiture prend le virage trop vite, ce qui engendre un **dérapage des roues arrière**. Mais avant la sortie de route, la voiture freine sur la roue avant extérieure et reste ainsi sur la route.



dérapage des roues arrière

Le système électronique de contrôle de stabilité est donc un tour de force électronique. Mais comment fait-on pour garder la voiture sur sa trajectoire? Tout simplement en comparant, pas moins de **25 fois par seconde**, la trajectoire de la voiture avec la direction que le conducteur donne à son volant. Le système contrôle donc en permanence si la voiture va bien dans la direction indiquée par l'automobiliste. Et il faut toutes sortes de capteurs pour arriver à ce résultat.



Le système électronique de contrôle de stabilité illustré

1

Les capteurs de roues mesurent la vitesse des roues.

2

Le capteur d'angle volant calcule l'angle de braquage du volant.

En comparant les données du capteur de roues et du capteur d'angle volant, l'unité centrale de traitement sait dans quelle direction le conducteur veut se diriger.

3

Ce capteur dit au système si la voiture continue réellement à rouler dans la bonne direction.

4

Si la voiture menace de dévier de sa trajectoire, le contrôle de stabilité intervient immédiatement en ralentissant la bonne roue, de manière à remettre la voiture dans la bonne direction.

Feux avant directionnels

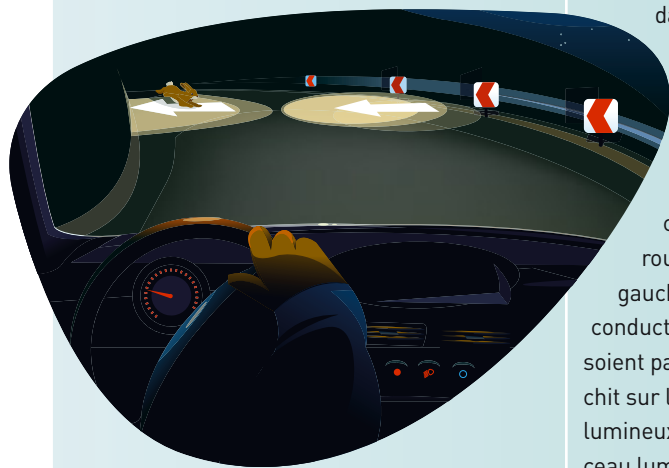
Les phares avant éclairent tout droit et illuminent donc la route droit devant la voiture. Plutôt embêtant dans les **virages sombres**, car le conducteur ne voit pas où il va. Mais heureusement, les constructeurs automobiles ont trouvé la solution: **les feux avant adaptatifs**.

Tu connais déjà le **capteur d'angle volant** depuis que nous t'avons parlé du système électronique de contrôle de stabilité. Il calcule la position du volant et analyse donc la manière dont l'automobiliste fait tourner son volant. Ces informations suffisent à l'unité centrale de traitement pour connaître avec précision **l'angle du virage** que la voiture est en train de prendre. Elle peut ainsi envoyer un signal pour faire tourner les feux avant en conséquence. Ces feux adaptatifs permettent au conducteur de voir la partie du virage qui restait autrefois non éclairée. Quand les capteurs se mettent au service de la sécurité...



Photo Hella

Tiens, puisque nous parlons de feux avant intelligents... Les voitures les plus récentes peuvent adapter la luminosité de leurs feux avant à bien d'autres situations. Aux intempéries, par exemple. Le **capteur de pluie** intégré dans le pare-brise avant joue ici un rôle important. Dès qu'il remarque qu'il pleut à verse, l'unité centrale de traitement active **l'éclairage intempéries**: le phare avant droit se met alors à éclairer plus fort pour que le conducteur voie mieux le marquage routier blanc. En parallèle, le phare avant gauche est légèrement tamisé pour que les conducteurs des voitures en sens inverse ne soient pas éblouis par la lumière qui se réfléchit sur la chaussée détrempée. Le faisceau lumineux de droite s'allonge, tandis que le faisceau lumineux de gauche raccourcit.





Les doigts dans l'électronique

Imaginer, concevoir et réparer des applications électroniques: rien de plus amusant pour les vrais cracks. Les **ingénieurs** et les **techniciens en diagnostic** font des merveilles avec leurs PC, schémas électriques et instruments spécialisés.

Le **technicien en diagnostic** est le champion lorsqu'il s'agit de détecter des pannes électriques et électroniques dans une voiture. Une climatisation défaillante, un mauvais réglage du refroidissement moteur, un défaut dans le contrôle de stabilité... chaque problème peut avoir de nombreuses causes. Un bon technicien en diagnostic ne cherche donc pas l'origine d'une panne au petit bonheur la chance. Non, sa mission commence par **un raisonnement logique et une bonne réflexion**. Ce n'est qu'ensuite qu'il se met au travail, avec l'aide de ses propres outils. Souvent, il s'agit d'un PC équipé de logiciels spécialisés. Armé de la sorte, il mène une recherche ciblée pour détecter les **codes d'erreur** dans les unités centrales de traitement de la voiture.

Il faut savoir que presque chaque marque automobile

et chaque fabricant d'applications électroniques ont leurs propres codes. Autrement dit, la climatisation d'une Volkswagen est totalement différente de celle d'une Toyota. C'est pourquoi le technicien en diagnostic doit aussi savoir avec exactitude où et comment il peut trouver les **bonnes informations**. Les sites web spécialisés sont un bon point de départ, mais

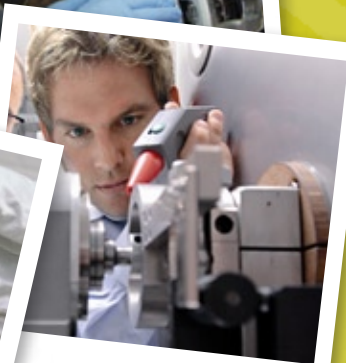


chaque marque propose aussi des **CD-ROM** et des **DVD** reprenant toutes les données techniques relatives à leurs produits. Le technicien en diagnostic est donc un vrai malin.

C'est aussi le cas de l'**ingénieur en électronique**, qui invente et fabrique les nouvelles applications électroniques. Mais ne t'y trompe pas, il faut parfois **des années de recherche et d'étude** pour développer une application comme l'éclairage intempéries. En effet, il faut tester toutes les situations: bon ou mauvais temps, circulation dense ou fluide, route lisse ou cahoteuse. La plupart du temps, ces situations sont simulées sur **ordinateur** pour éviter aux ingénieurs de passer leur vie sur la route. Mais c'est justement parce que les tra-



vaux d'étude nécessaires sont si nombreux que chaque constructeur automobile dispose d'une très vaste équipe d'ingénieurs toujours prêts à imaginer de nouveaux produits ou à améliorer les applications existantes.



Photos Bosch

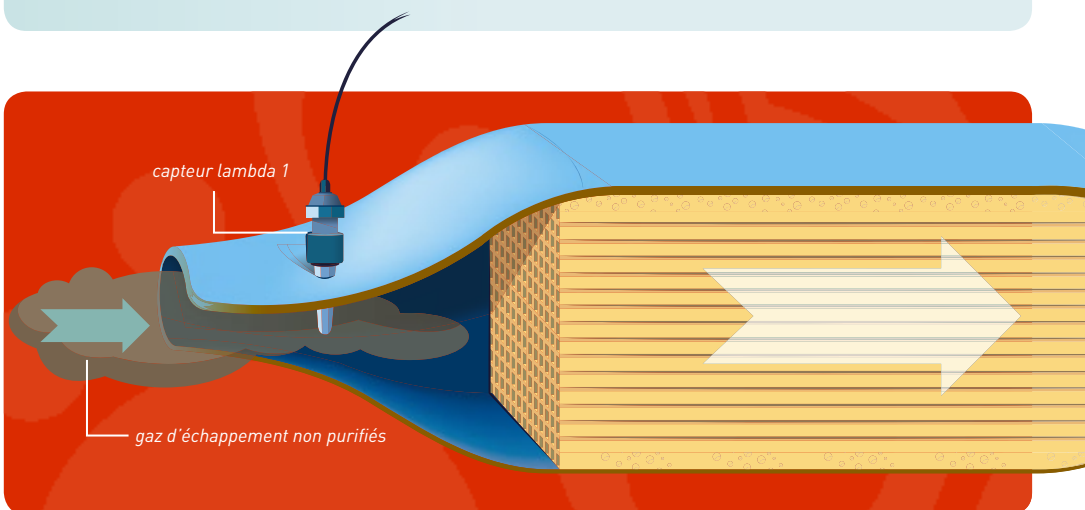


Un air plus propre

Les toutes premières applications électroniques avaient pour but de rendre les voitures **moins gourmandes**. Et une consommation réduite, c'est bon pour le portefeuille, mais aussi pour l'environnement. Car la combustion d'essence, de diesel ou de LPG libère des substances toxiques. Aujourd'hui, les voitures essence sont équipées d'un capteur qui contrôle la composition des gaz d'échappement: c'est le **capteur lambda**. Un petit appareil très ingénieux qui aime la nature.

Il faut **du combustible et de l'oxygène** pour faire brûler un feu. Fais donc le test en posant un verre par-dessus une bougie allumée. Tu remarqueras que la bougie s'éteint dès que tout l'oxygène est épuisé. Un moteur de voiture tire son énergie de la combustion de carburant. Il lui faut donc aussi de l'oxygène.

Le moteur, en mélangeant de l'oxygène puisé dans l'air ambiant avec du carburant tiré du réservoir, compose un mix très inflammable: le **mélange carburant-air**. Une seule étincelle de la bougie suffit à embraser ce mélange, qui produit assez d'énergie pour faire tourner le moteur.



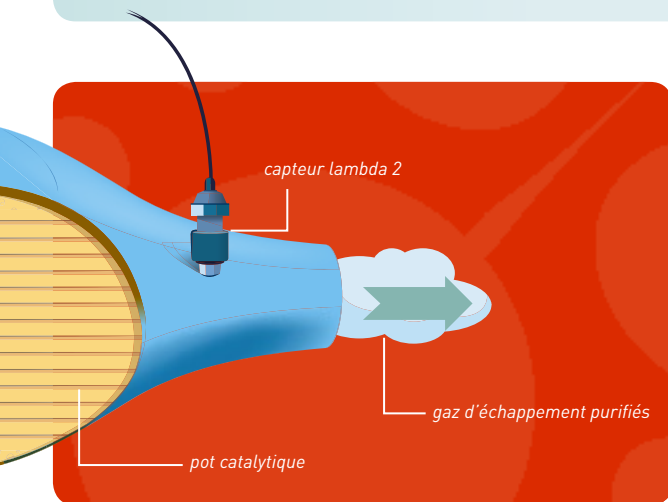
Mais, et c'est là que les choses se corsent, plus l'équilibre entre oxygène et carburant est bon, plus la combustion est pure et plus les gaz d'échappement sont propres. Les techniciens automobiles appellent ce rapport idéal entre oxygène et carburant '**lambda 1**'. D'où le nom de capteur lambda. Celui-ci mesure constamment le taux d'oxygène dans les gaz d'échappement et transmet cette donnée à l'ordinateur de l'unité centrale de traitement. Sur la base de ces mesures, le moteur **peut adapter l'équilibre entre carburant et oxygène** en injectant plus ou moins de carburant. Cela permet de corriger les petits écarts dans le rapport lambda. Par contre, l'ordinateur central n'est pas capable de résoudre tout seul les écarts plus importants, qui sont souvent dus à une autre cause: une bougie usée ou un câble défectueux, par exemple.

Grâce au capteur lambda, le moteur sait donc exactement ce qu'il doit faire pour que les gaz d'échappement restent les plus pro-



capteur lambda

pres possibles. C'est pourquoi les voitures modernes sont équipées d'un ou de plusieurs capteurs lambda. Généralement, ceux-ci sont placés juste devant et juste derrière le **pot catalytique**. Le quoi? Le pot catalytique, c'est la partie du système d'échappement qui "nettoie" les gaz d'échappement. Le capteur lambda mesure la **composition des gaz d'échappement** avant et après le pot catalytique et contrôle ainsi si le pot catalytique fonctionne encore correctement. Comme tu peux le voir, les capteurs veillent vraiment à tout.



capteur lambda 2

gaz d'échappement purifiés

pot catalytique



pot catalytique

capteur lambda

Photos Bosch



Un avant-goût de demain

L'électronique est loin d'avoir terminé sa conquête de l'univers automobile. Mieux encore: la plupart des innovations sont aujourd'hui liées à l'électronique. La raison est simple: **plus la voiture en sait, plus elle est écologique et plus elle est sûre.** Mais là où ça devient vraiment trop fort, c'est quand les voitures commencent à échanger leurs informations avec d'autres voitures, par exemple pour les avertir d'un véhicule qui arrive en sens inverse. Tu penses que nous allons trop loin? Pas du tout! Ce sera bientôt la réalité.

Vision nocturne

Les êtres humains et les animaux dégagent de la chaleur. Une caméra spéciale permet de **détecter cette chaleur** et de la transformer en une image mobile. Il est ainsi possible de voir le monde qui nous entoure, les **ob-**

jets inanimés, comme les arbres et les bâtiments, apparaissant dans une autre couleur que les **êtres vivants**, comme les animaux et les humains. Les voitures les plus récentes sont équipées d'une caméra de ce type à

l'avant. L'unité centrale de traitement

de la voiture convertit les données générées par cette caméra en **images en noir et blanc** que le conducteur peut visualiser sur un petit écran pour voir ce qui se trame sur la route.

Cette technique lui donne entre **5 et 7 secondes** supplémentaires pour réagir et éviter un animal ou une personne qui croise son chemin. Et ces quelques secondes font un monde de différence.



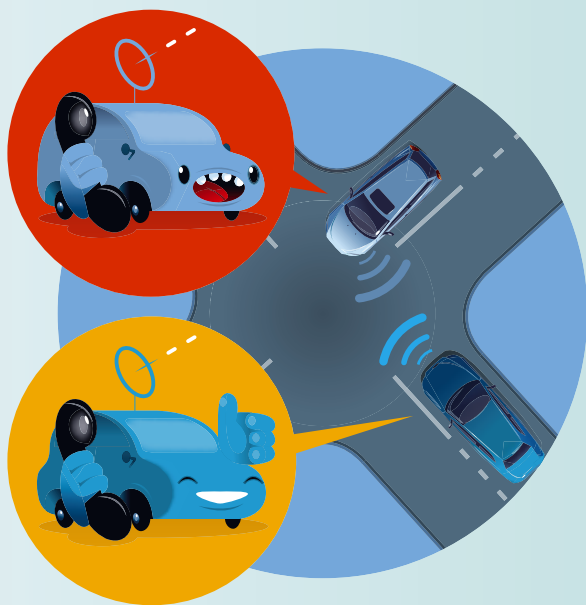
La voiture qui réveille

Il n'y a rien de plus dangereux que de s'endormir au volant. Car cela finit toujours mal pour les conducteurs qui piquent du nez sur la route. Heureusement, quelques génies de l'électronique ont ici aussi trouvé la solution. Pas facile, car comment une voiture peut-elle savoir que son conducteur est

fatigué? Eh bien, juste avant de s'endormir, un automobiliste épuisé fait toujours quelques **mauvais mouvements brusques avec son volant**, qu'il corrige immédiatement. Dès que cela arrive, la voiture émet un **signal d'avertissement** et indique qu'il est grand temps de faire une pause.

Les voitures ont la parole

Enfin... pas vraiment la parole. Mais elles peuvent communiquer entre elles pour s'avertir d'une menace de collision.



Un système bien pratique quand on sait que de nombreux accidents surviennent justement aux carrefours.

Voici comment ça marche:

une voiture approchant d'un carrefour

le système électronique embarqué vérifie s'il y a d'autres voitures à proximité du carrefour en question

le même système calcule la trajectoire de ces autres voitures

et avertit le conducteur en cas de danger de collision.



Encyclopédie des Accros de l'Auto

L'Encyclopédie des Accros de l'Auto est une initiative d'unavenirquiroule.be
unavenirquiroule.be est une action du secteur automobile.

unavenirquiroule.be, Avenue J. Bordet 164, 1140 BRUXELLES

Éditeur responsable : Luc De Moor, unavenirquiroule.be
Concept et réalisation : www.linkinc.be et www.zeppo.be
Dessins : Sam Vanallemeersch