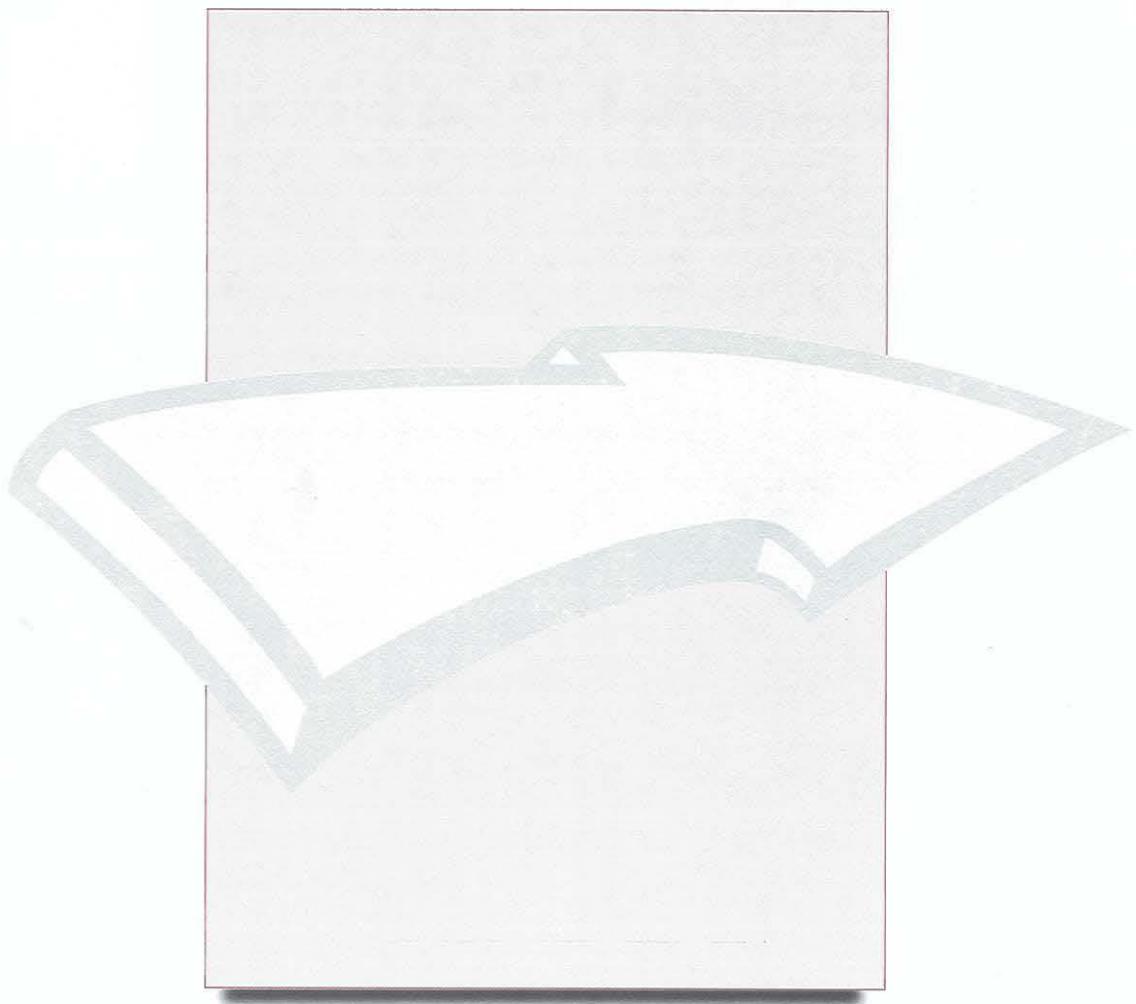


# **6 GESTIONS ELECTRONIQUES CAPTEURS ET ACTIONNEURS**

**CAHIERS DIDACTIQUES DE BASE**

  
**FORMACION  
POSTVENTA**



La reproduction totale ou partielle de ce cahier est interdite, ainsi que son enregistrement dans un système informatique ou sa transmission, sous toute forme ou à travers n'importe quel moyen, que ce soit électronique, mécanique, par photocopie, par enregistrement ou par d'autres méthodes, sans l'autorisation préalable et par écrit des titulaires du copyright.

TITRE : Gestions électroniques, capteurs et actionneurs (C.D. n° 6) - AUTEUR : Organisation de Service - SEAT, S.A. Zona Franca, Calle 2, Reg. du comm. Barcelone, Tome 23662, Folio 1, Page 56855

1re édition - DATE DE PUBLICATION : FEV. 98 - DEPOT LEGAL : B-10431-98  
Préimpression et impression : TECFOTO, S.L. - Ciutat de Granada, 55 - 08005 Barcelone - Design et Mise en page : WIN&KEN

# I N D E X

LES CAPTEURS	4-5
CAPTEURS PAR MAGNETISME	6-7
CAPTEURS PAR EFFET HALL	8-9
CAPTEURS PAR CONDUCTIVITÉ ELECTRIQUE	10-11
CAPTEURS THERMOÉLECTRIQUES	12-13
CAPTEURS PHOTOÉLECTRIQUES	14-15
CAPTEURS PIÉZOÉLECTRIQUES	16-17
CAPTEURS PAR ULTRASONS ET RADIOFRÉQUENCE	18-19
CAPTEURS : INTERRUPTEURS ET COMMUTATEURS	20-21
ACTIONNEURS	22-23
ACTIONNEURS ÉLECTROMAGNETIQUES	24-25
ACTIONNEURS DE CHAUFFAGE	26-27
ACTIONNEURS : MOTEURS ÉLECTRIQUES	28-29
MOTEURS ÉLECTRIQUES : MOTEUR PAS À PAS	30-31
ACTIONNEURS SONORES	32-33
ACTIONNEURS : ECRANS À CRISTAUX LIQUIDES	34-35
UNITÉ DE CONTRÔLE : TECHNIQUES NUMÉRIQUES	36-37
UNITÉ DE CONTRÔLE : PORTES LOGIQUES	38-39
UNITÉ DE CONTRÔLE : STRUCTURE INTERNE	40-41
EXERCICES D'AUTOÉVALUATION	42-46



Ami lecteur; pour mieux comprendre ce cahier, il est recommandé de réviser les numéros 1 et 3 de cette collection portant les titres suivants :  
NOTIONS DE BASE D'ELECTRICITE et  
COMPOSANTS DE BASE D'ELECTRONIQUE.

*“Les capteurs sont les dispositifs qui transforment (traduisent) une grandeur physique en signal électrique. De nombreux types de capteurs sont utilisés et leur classification dépend du principe de fonctionnement qui leur sert de base.”*

# LES CAPTEURS

## Transmission de signaux

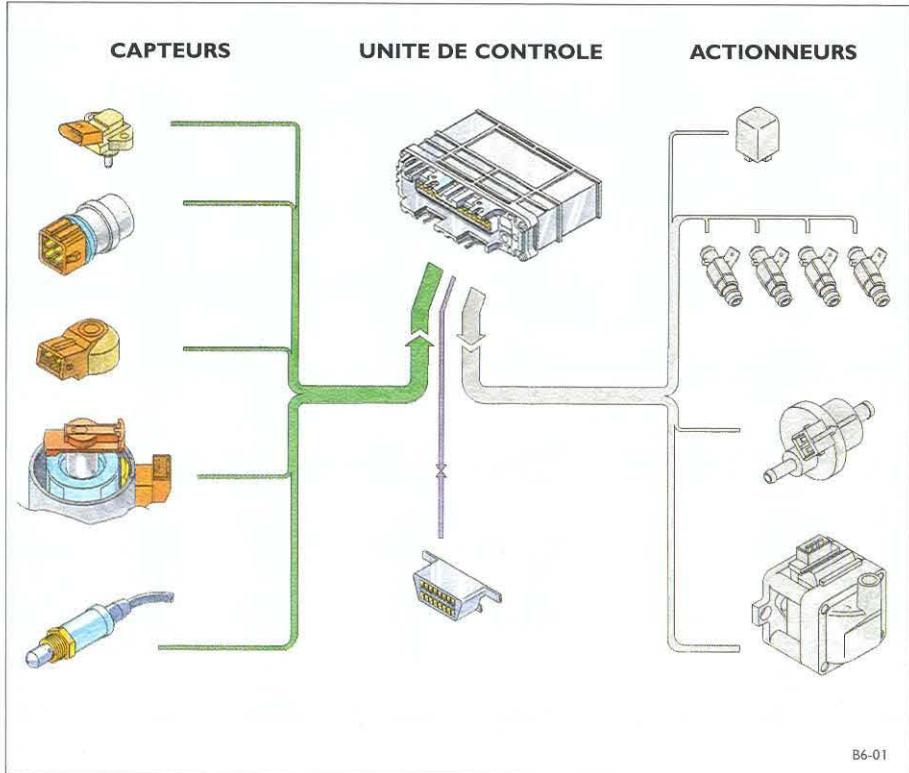
Dans un système électronique, le capteur est l'élément installé spécialement pour obtenir de l'information. Le mot capteur est le nom populaire donné aux “transducteurs”. Il se fabrique une grande variété de transducteurs, capables de transformer tout paramètre physique, chimique ou biologique en une grandeur électrique. Le phénomène de la transduction peut se présenter sous deux aspects :

- **Actif** : quand la grandeur physique à détecter fournit l'énergie nécessaire pour générer

le signal électrique, comme par exemple les capteurs piézoélectriques ou magnétiques.

- **Passif** : quand la grandeur à détecter se limite à modifier certains des paramètres électriques caractéristiques de l'élément capteur, tels que résistance, capacité, réluctance, etc.

Un type de conditionnement du signal électrique est presque toujours nécessaire, bien que de l'alimentation ne soit pas requise. Certains capteurs fournissent le signal de sortie en mode numérique, toutefois le plus courant est que la grandeur



*Tableau synoptique de la gestion électronique du moteur  
Les capteurs fournissent les signaux permettant à l'Unité de Contrôle d'agir sur les actionneurs.*

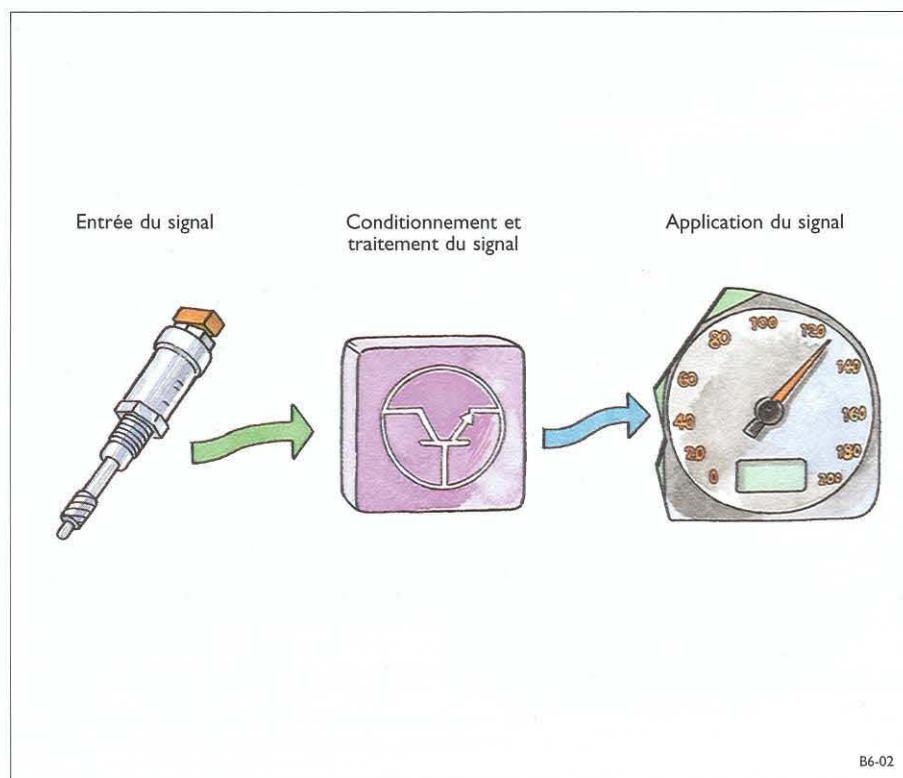
électrique qui est fournie soit de type analogique. Comme exemple simple de capteur, il faut citer le jaugeur de carburant, qui transforme le niveau du réservoir en signal électrique.

## Classification des capteurs

La réponse donnée par un capteur dépend de la grandeur physique qui peut être détectée et "traduite" en variation électrique et du principe physique qui lui sert de base. Il existe de nombreux capteurs qui mesurent des paramètres très différents.

Pour leur étude, en référence au principe de fonctionnement, on les a classés selon les types suivants :

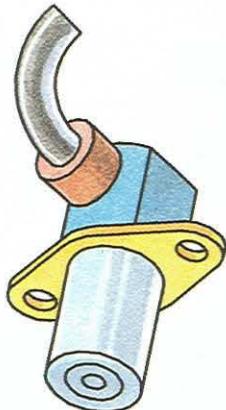
- Magnétique.
  - Par effet Hall.
  - Par conductivité électrique.
  - Thermoélectriques.
  - Photoélectriques.
  - Piézoélectriques.
  - Par ultrasons.
  - Par radiofréquence.
  - Interrupteurs et commutateurs.
- En général, les capteurs sont associés à une Unité de Contrôle électronique, où se réalise le conditionnement du signal.



*“Les capteurs magnétiques ont pour base le phénomène du magnétisme d'un aimant ou d'une bobine. Leur champ d'application s'étend depuis le mesurage de tours jusqu'à la détection du champ magnétique terrestre dans les systèmes de navigation par satellite.”*

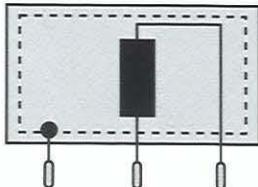
## CAPTEURS PAR MAGNETISME

TRANSMETTEUR DE REGIME



B6-03

Symbol du TRANSMETTEUR DE REGIME



### Principes fondamentaux

Le phénomène électromagnétique explique le rapport existant entre le magnétisme et l'électricité.

Quand la roue dentée tourne, il se produit une distorsion du flux magnétique et dans la bobine il s'induit un courant alternatif sinusoïdal.

Un câble enroulé sur un support et formant une bobine à spires se comporte comme un aimant, quand le courant électrique passe à travers elle : autour des spires de la bobine, il se forme un champ magnétique semblable à celui créé par un aimant. Ce phénomène est réversible, parce que si une bobine est soumise à la variation d'un champ magnétique, il s'y produit un

courant électrique sous l'effet de l'induction. Le courant ainsi généré est de type alternatif.

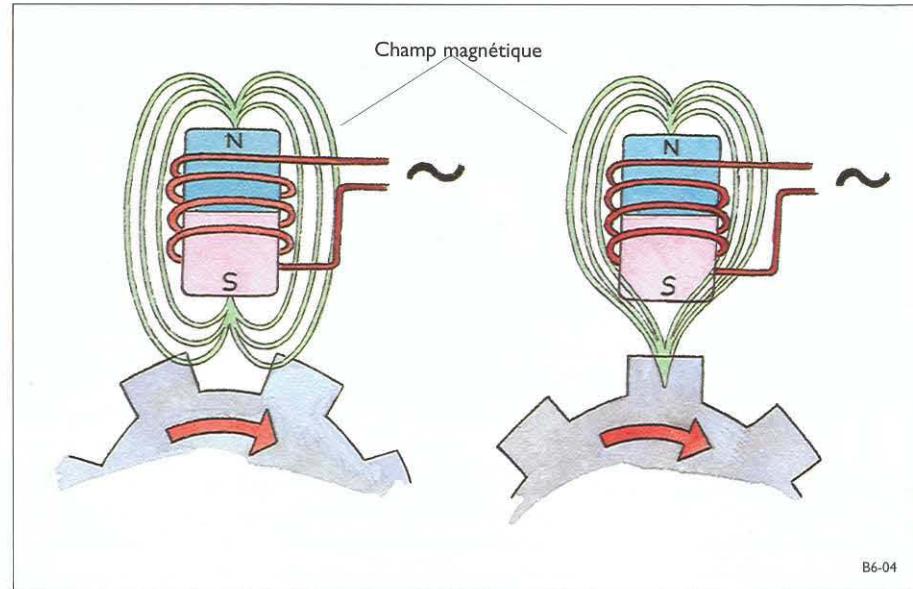
### Applications

#### • Transmetteur de régime

Parmi les applications les plus courantes des capteurs magnétiques, on trouve le **transmetteur du nombre de tours**. Le signal s'obtient sous l'effet de l'induction électromagnétique et l'élément capteur est fourni par une bobine enroulée sur un noyau aimanté. Le signal est obtenu grâce à la variation du champ magnétique que produit une roue dentée (d'un matériel ferromagnétique) qui, en tournant face à la bobine aimantée, fait varier le flux qui la

#### Transmetteur de régime

Quand la roue dentée tourne, il se produit une distorsion du flux magnétique et dans la bobine il se forme un courant alternatif sinusoïdal induit.



B6-04

traverse, ce qui induit à l'intérieur de celle-ci un courant alternatif. Quand la roue dentée tourne, les dents passent près de l'aimant et la "réluctance", à savoir, la voie suivie par le flux magnétique entre la bobine et l'aimant, varie et cette variation provoque l'apparition d'une tension induite dans la bobine.

La fréquence du courant de sortie de la bobine est proportionnelle à la vitesse de la roue.

#### • Interrupteur de sécurité

L'interrupteur de sécurité, qu'on appelle aussi contact "reed", est utilisé comme interrupteur électromécanique dans les systèmes Airbag.

Il se compose d'une ampoule en verre à l'intérieur de laquelle se trouvent deux contacts métalliques séparés; lorsqu'on soumet l'ampoule à un champ magnétique,

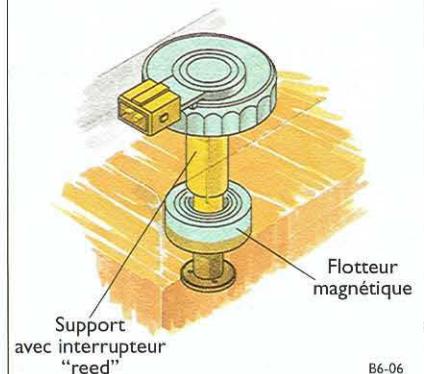
fourni par un cylindre aimanté qui se déplace, les contacts ferment le circuit électrique. Un ressort maintient le cylindre dans une position qui empêche le déclenchement involontaire.

#### Autres applications

Les capteurs de type magnétique ont de nombreuses applications en automobile, de nouvelles fonctions se présentant chaque jour, et parmi celles-ci il faut citer :

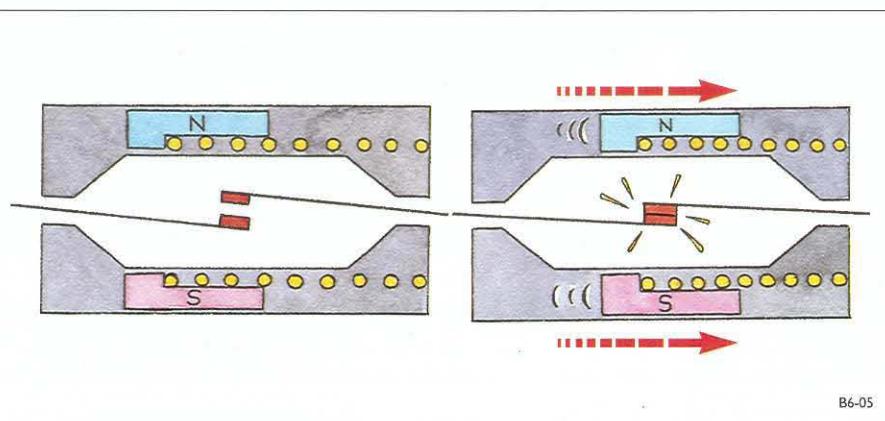
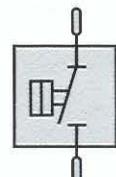
- Transmetteur de la position de la coulisse de réglage (TDi, SDi).
  - Transmetteur de la course de l'aiguille de l'injecteur dans les systèmes TDi.
  - Détecteur de champ magnétique (boussole) dans des systèmes de navigation par satellite (GPS).
- Les capteurs qui ont pour base le type "reed" sont aussi utilisés comme :
- Transmetteur de niveau du liquide de freins

**TRANSMETTEUR DE NIVEAU DU LIQUIDE DE FREINS**



B6-06

Symbol du TRANSMETTEUR DE NIVEAU DU LIQUIDE DE FREINS



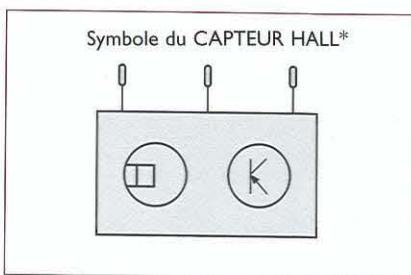
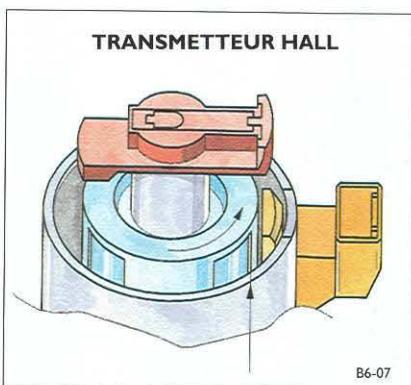
B6-05

#### Fonctionnement de l'interrupteur de sécurité de type "reed"

Quand l'anneau aimanté se déplace, le contact électrique se ferme.

*“Grâce aux caractéristiques électriques des capteurs Hall, leur champ d’application englobe depuis les classiques détecteurs de position et de vitesse du moteur jusqu’à d’autres applications plus sophistiquées et moins connues comme le transmetteur d’accélération dans des systèmes électroniques de stabilité programmée (ESP).”*

## CAPTEURS PAR EFFET HALL



\* Le symbole du capteur Hall est générique pour tous les dispositifs de même nature.

### Principes fondamentaux

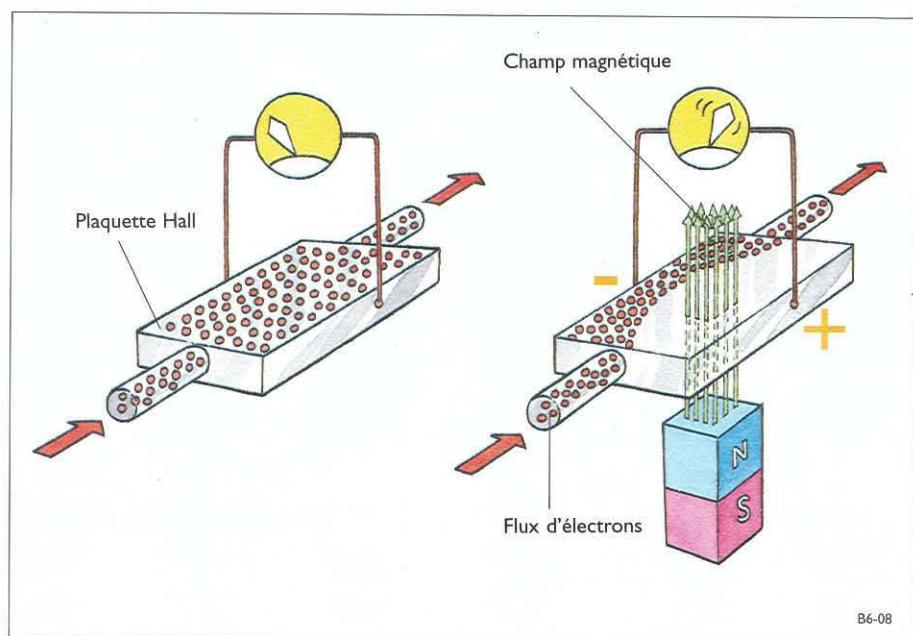
Les capteurs Hall sont fondés sur le dénommé effet Hall, qui se produit quand un certain type de semi-conducteur, parcouru par un courant et soumis à un champ magnétique, génère à ses extrémités une différence de tension.

La figure illustre le fonctionnement d'un capteur à effet Hall. Une petite plaquette contient le matériel semi-conducteur. Quand celui-ci est soumis à l'action d'un champ magnétique, les lignes de force produisent un déplacement interne des charges électriques, ce qui fait qu'il apparaît une différence de charges, et donc de tension, entre les deux extrémités de

l'élément capteur, d'une valeur proportionnelle à l'intensité du flux magnétique. La plaquette Hall est montée sur un circuit intégré qui se charge de former le signal.

Les qualités du capteur Hall permettent son utilisation dans un grand nombre d'applications qui requièrent une réponse rapide et parfaitement concordante.

Mais on profite aussi du principe de fonctionnement pour mesurer l'intensité d'un champ magnétique, ce principe étant celui qui sert de base au transmetteur d'accélération transversale et aussi aux pinces ampèremétriques, qui mesurent le courant circulant le long d'un câble à partir du champ magnétique détecté autour du câble.



**Fonctionnement interne du capteur Hall**  
Le champ magnétique modifie le flux d'électrons en faisant apparaître une différence de tension aux extrémités de la plaquette Hall.

## Applications

### • Transmetteur Hall

Le transmetteur Hall est utilisé comme détecteur de tours et de position angulaire du vilebrequin. Dans certains systèmes, le transmetteur est logé dans le distributeur. Un rotor équipé de fenêtres tourne en interrompant le champ magnétique en incidence par rapport à lui, ce qui produit des impulsions électriques que les systèmes de gestion électronique du moteur utiliseront.

### Autres applications

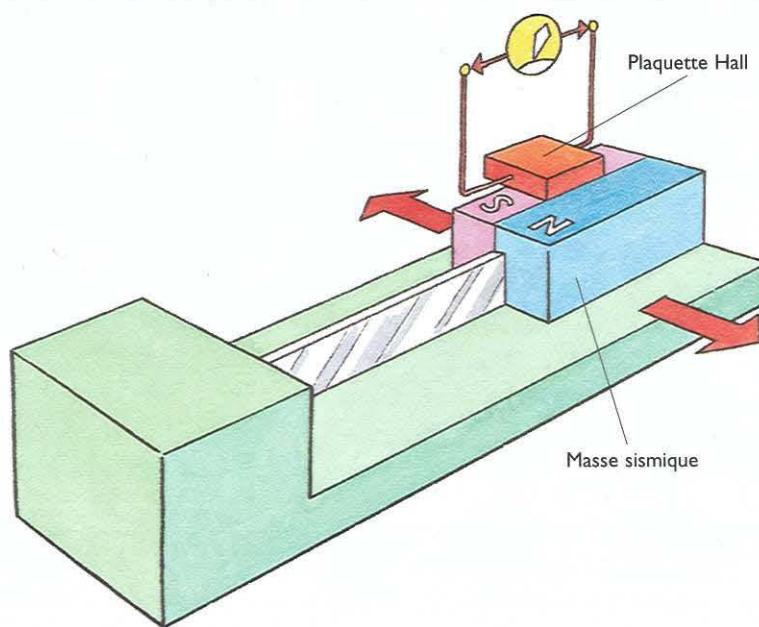
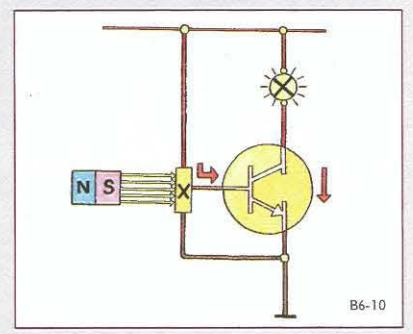
Les capteurs à effet Hall peuvent servir à beaucoup d'autres applications, entre autres :

- Transmetteur d'accélération transversale dans le système électronique de stabilité programmée (ESP).
- Détection du niveau du véhicule pour procéder au niveling en hauteur.
- Réglage de la position des phares de type Xénon.
- Détecteur de tours pour le compteur kilométrique.
- Transmetteur de position de l'actionneur du papillon (Monotronic).
- Transmetteur goniomètre pour mesurer l'angle de rotation de la direction dans des systèmes ESP.

## EN PROFONDEUR

Le cœur d'un émetteur Hall est formé d'un petit circuit intégré qui contient, en plus de la cellule ou plaquette sensible au champ magnétique, l'électronique associée pour fournir un signal concordant.

Quand elle détecte le champ magnétique, la cellule Hall génère une petite tension qui alimente la base d'un transistor, de telle sorte que le transistor monté avec l'émetteur à la masse conduit et met le collecteur à la masse. C'est pourquoi, lorsqu'on vérifie le signal de commande d'un transmetteur Hall, quand la cellule est soumise au champ magnétique, l'onde en concordance se trouve à bas niveau (transistor conduisant à la masse).

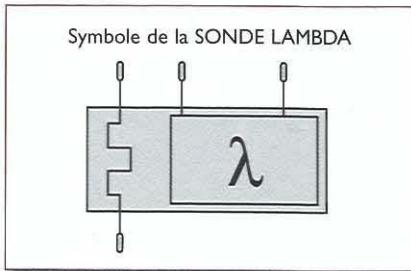
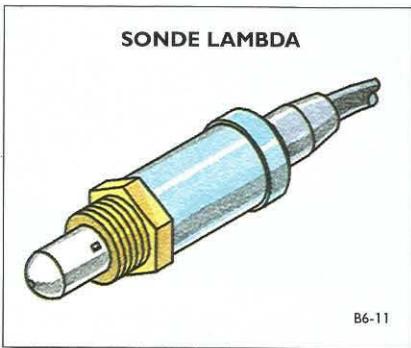


### Fonctionnement interne du transmetteur d'accélération transversale

En raison de la force transversale du véhicule, le mouvement de la masse sismique produit sur la plaquette Hall une tension électrique qui est proportionnelle au degré d'accélération du véhicule.

*“Les capteurs par conductivité électrique regroupent ceux qui modifient leur résistance électrique ou leur conductivité; par exemple, les potentiomètres dont la résistance est variable ou la sonde lambda qui modifie sa conductivité électrique.”*

## CAPTEURS PAR CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE



### Principes fondamentaux

La conductivité définit la facilité avec laquelle passe le courant dans une substance, quand celle-ci est soumise à certaines conditions physiques.

La conductivité d'un matériel peut provenir d'un changement dans sa structure atomique, qui peut alors laisser les électrons circuler librement ou encore faciliter le passage d'ions appartenant à d'autres substances (les ions sont des atomes chargés électriquement).

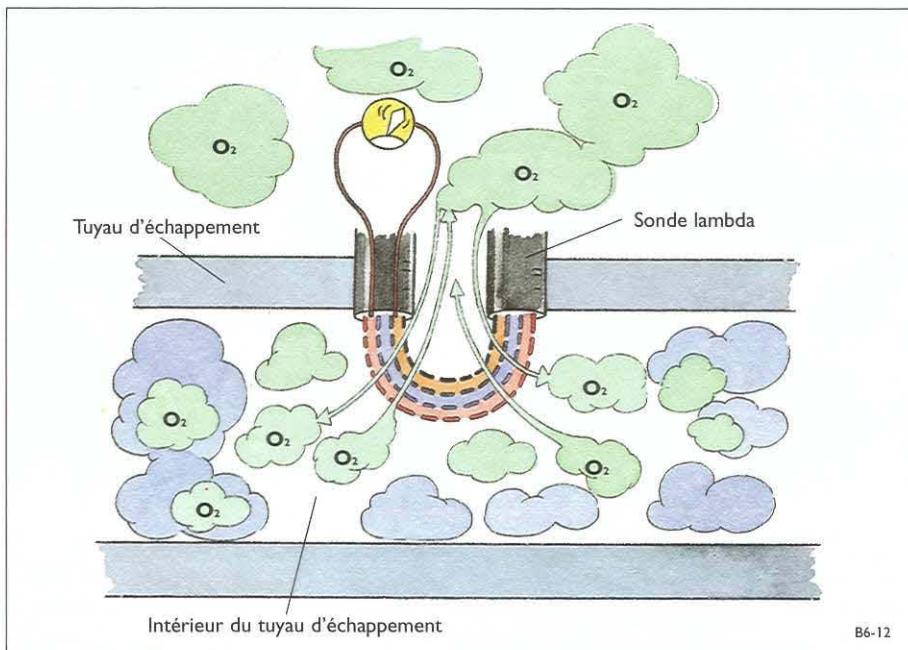
La conductivité dépend du nombre d'électrons libres et dans les métaux, elle est en fonction inverse de la température. À des températures proches du zéro

absolu, la conductivité atteint des valeurs presque infinies (résistance nulle) pour certains métaux, phénomène qui est connu sous le nom de supraconductivité.

### Applications

#### • Sonde lambda

La sonde lambda (aussi appelée sonde à oxygène) mesure la proportion d'oxygène dans le tuyau d'échappement. La sonde se compose d'un corps en céramique recouvert d'une électrode perméable aux gaz (platine). La partie extérieure de la sonde est en contact avec le flux des gaz d'échappement, tandis que la partie intérieure est en contact avec l'air ambiant.



La sonde lambda mesure la proportion d'oxygène contenue dans les gaz d'échappement.

A partir d'une température élevée ( $300^{\circ}\text{C}$ ), la céramique devient conductrice pour les ions d'oxygène. Si la proportion d'oxygène est différente des deux côtés de la sonde, extérieur et intérieur (par exemple, avec un mélange pauvre il y a beaucoup d'oxygène), il se produit une tension électrique de l'ordre de 100 mV, au contraire si la différence d'oxygène est importante (avec un mélange riche, il y a peu d'oxygène), la tension générée par la céramique est de 900 mV.

Grâce au signal fourni par la sonde lambda, l'Unité de Contrôle corrige le temps d'injection pour maintenir la composition du mélange à des valeurs proches de  $\lambda = 1$ .

#### • Potentiomètre du papillon

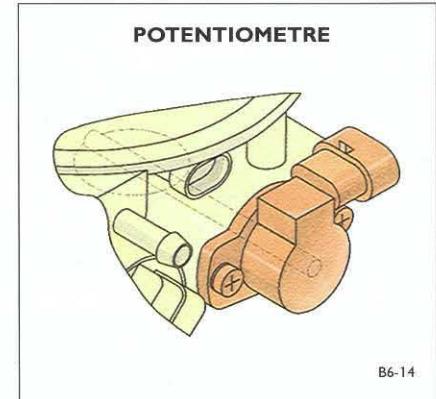
Le potentiomètre est un type de capteur dont la conductivité est

variable (variation de la résistance) par commande mécanique. Le potentiomètre du papillon (G69) se trouve dans le corps de l'unité centrale d'injection. Il possède une piste sur laquelle glisse le curseur et il donne un signal linéaire en fonction de la position du papillon; de cette façon, l'Unité de Contrôle détecte à tout moment quelle est la position du papillon ainsi que la vitesse à laquelle varie la position.

#### Autres applications

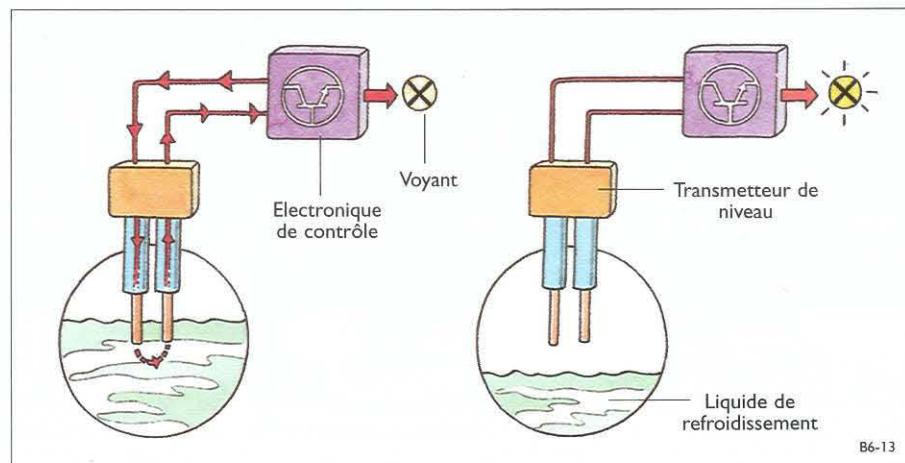
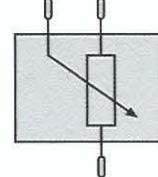
Il existe aussi d'autres applications fondées sur la variation de la conductivité électrique, comme par exemple les suivantes :

- Transmetteur de niveau du liquide de refroidissement.
- Transmetteur de niveau de l'essuie-glace.
- Potentiomètre de l'accélérateur TDi.
- Jaugeur de carburant.



POTENTIOMETRE

Symbol du POTENTIOMETRE

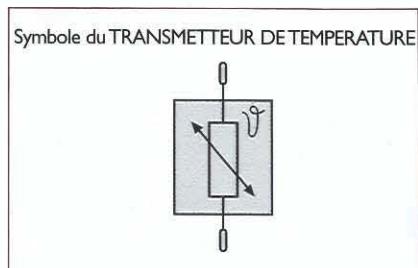
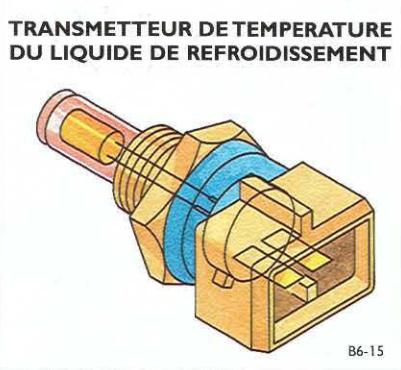


Le transmetteur de niveau du liquide de refroidissement fonctionne à partir du principe de conductivité électrique.

*"Les capteurs thermoélectriques fournissent une variation électrique quand il existe une altération de la température."*

*"Ils constituent le principe de fonctionnement du transmetteur de température, mais aussi du mesureur de masse d'air."*

## CAPTEURS THERMOÉLECTRIQUES



### Principes fondamentaux

Les métaux, de même que d'autres composés, présentent une nette sensibilité aux changements de température.

L'augmentation de température dilate les corps et dans le cas des métaux, modifie leur résistance électrique. Cette caractéristique constitue le fondement des thermorésistances : capteurs dont la variation de résistance est proportionnelle à la température à laquelle ils sont soumis.

Certains composés sont spécialement fabriqués pour obtenir un coefficient de température négatif ou positif, en donnant lieu aux résistances de type PTC ou NTC.

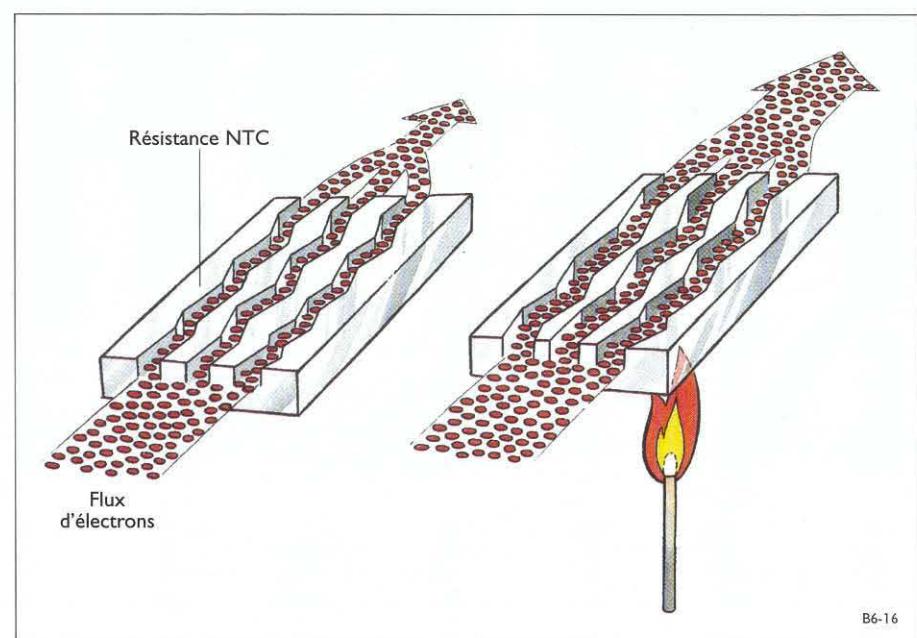
Un cas particulier de thermorésistance, très précise et de réponse linéaire, est celle qui utilise comme élément capteur le platine pur, qui possède une résistance de 100 W à 0 °C.

### Applications

#### • Transmetteur de température du liquide de refroidissement

Il est construit dans un corps vide, à l'intérieur duquel se trouve la résistance type NTC : quand la température à laquelle il est soumis augmente, sa résistance subit une diminution de sa valeur et cette altération transformée en variation de tension est ce qui est transmis à l'élément associé pour que la température puisse être connue.

**Fonctionnement d'une résistance NTC**  
Lorsque la température augmente, la résistance au passage des électrons diminue, ce qui permet un flux plus important de ceux-ci.



### • Mesureur de masse d'air

Le mesureur de masse d'air s'emploie dans les systèmes de gestion électronique du moteur. On l'introduit dans le conduit d'aspiration pour mesurer le débit massique d'air qui entre vers le moteur afin de pouvoir ainsi déterminer les paramètres de fonctionnement correspondants. Le capteur se compose d'un fil de platine (résistance type PTC) ou film chaud qui modifie sa résistance au passage de l'air.

Un circuit électrique règle le courant de l'élément capteur en provoquant une surtempérature de plus de 100 °C par rapport à la température ambiante; le courant nécessaire pour le maintenir chaud est proportionnel au refroidissement que subit le filament en raison du flux d'air d'entrée vers le moteur. Le courant qui traverse l'élément capteur est proportionnel à la masse d'air aspirée par le moteur et il

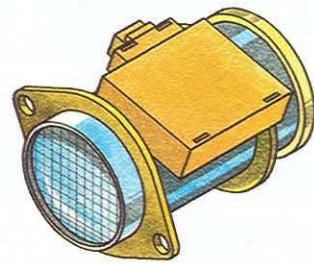
constitue la grandeur qui, transférée à l'Unité de Contrôle, servira à déterminer les valeurs de masse d'air aspiré par le moteur. Une résistance NTC, installée avant l'élément capteur, sert à enregistrer la température de l'air aspiré et à établir ainsi le réglage du courant du filament selon la température ambiante, de telle sorte que la mesure de masse d'air aspiré commence en prenant toujours comme référence la température ambiante.

### Autres applications

D'autres capteurs de température aussi utilisés en automobile et qu'il faut citer sont les suivants :

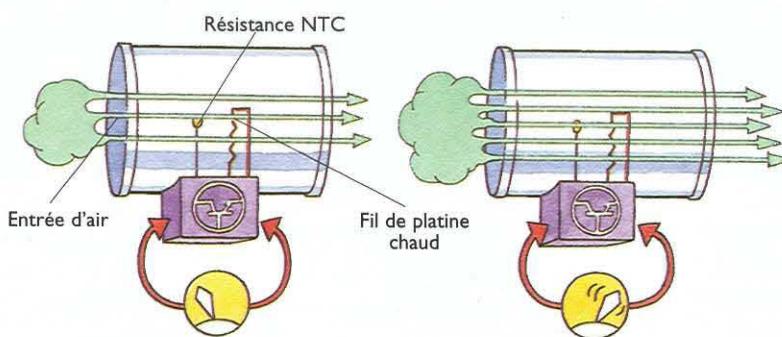
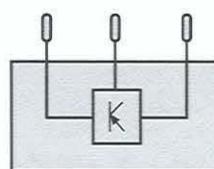
- Transmetteur de température de l'huile du moteur.
- Transmetteur de température de l'air d'admission dans des systèmes de gestion du moteur SPI.
- Transmetteur de température extérieure dans des systèmes de climatisation.

MESUREUR DE MASSE D'AIR



B6-18

Symbol du MESUREUR DE MASSE D'AIR



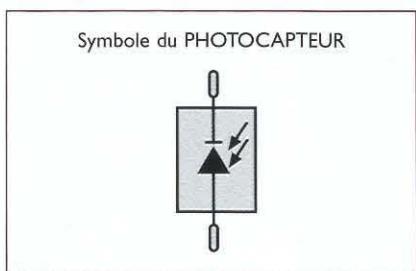
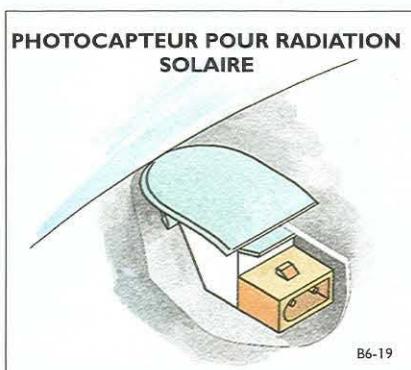
B6-17

### Fonctionnement d'un mesureur de masse d'air

Le capteur se compose généralement d'un fil de platine chauffé qui modifie sa résistance en se refroidissant au passage de l'air, ce qui se traduit par une variation de tension.

*"Les capteurs photoélectriques sont d'application quand on veut profiter de l'énergie solaire ou que l'on veuille transmettre de l'information à travers des infrarouges."*

## CAPTEURS PHOTOÉLECTRIQUES



### Principes fondamentaux

Les capteurs photoélectriques englobent divers types d'éléments qui sont sensibles à différentes formes de radiation lumineuse : visible, infrarouge, ultraviolette, etc. Il existe des capteurs qui transforment l'énergie lumineuse qu'ils reçoivent en énergie électrique, comme les cellules solaires, dont le fonctionnement est fondé sur le fait qu'en cas de rayon lumineux incident sur un matériau semi-conducteur, quelques électrons reçoivent l'énergie suffisante pour s'échapper de l'orbite qu'ils occupaient dans l'atome, en devenant des électrons libres capables de créer un courant électrique. D'autres capteurs réagissent différemment à l'exposition

lumineuse, il se produit en effet une diminution de leur résistance électrique, comme dans le cas des photorésistances.

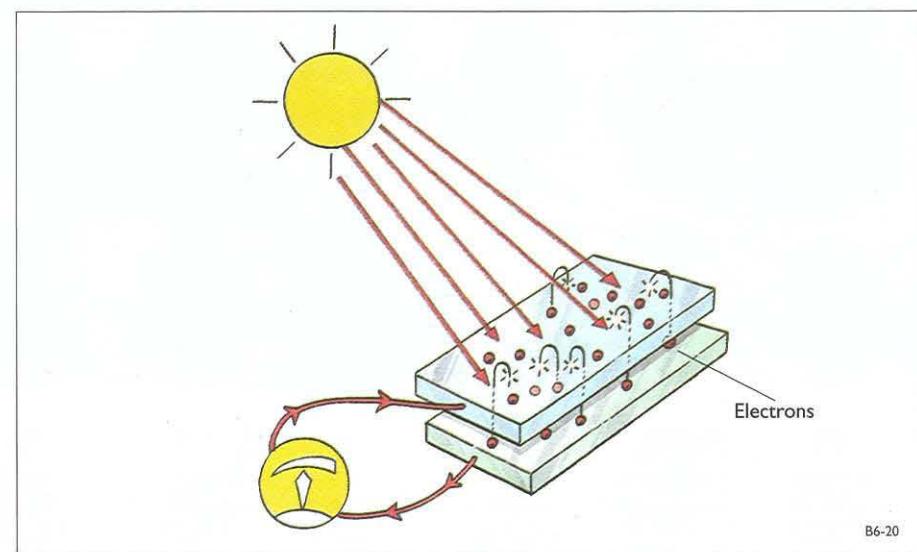
Un autre élément sensible à la lumière solaire est la photodiode; il s'agit d'un semi-conducteur qui en l'absence de lumière laisse passer un courant réduit. A mesure que la radiation solaire augmente, le flux de courant s'accroît et plus la radiation est intense plus grand est le flux de courant.

Il y a des photodiodes sensibles à un autre spectre de la lumière comme par exemple les infrarouges ou les ultraviolets.

### Applications

#### • Cellules solaires

Les cellules solaires sont utilisées comme générateurs de courant



Fonctionnement de la cellule photoélectrique  
Les rayons lumineux dégagent des électrons, il se produit alors un courant électrique.

dans les systèmes de climatisation qui disposent de toit ouvrant avec collecteur solaire.

On monte diverses cellules formant une plaque sur le toit ouvrant et elles servent à capter la radiation solaire incidente sur le véhicule en la transformant en énergie électrique. Grâce à l'énergie ainsi obtenue, une turbine est mise en action pour renouveler l'air à l'intérieur de l'habitacle, en abaissant ainsi la température de plusieurs degrés. Une Unité de Contrôle est chargée d'actionner et de régler le fonctionnement du système.

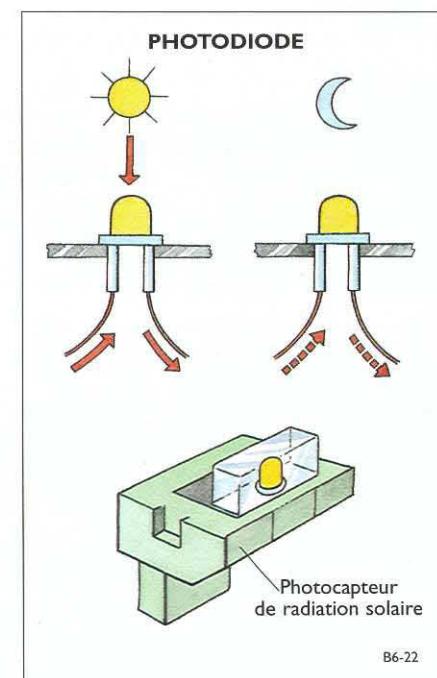
#### • Capteur à infrarouges (IR)

Le capteur à infrarouges s'emploie dans certains systèmes de fermeture centralisée avec télécommande.

L'élément capteur est formé d'un groupe de photodiodes sensible au spectre de la radiation infrarouge. Au cours de son fonctionnement, le capteur recueillera le signal lumineux (invisible pour l'oeil humain) émis par l'émetteur qui contient le code d'activation-désactivation de la fermeture.

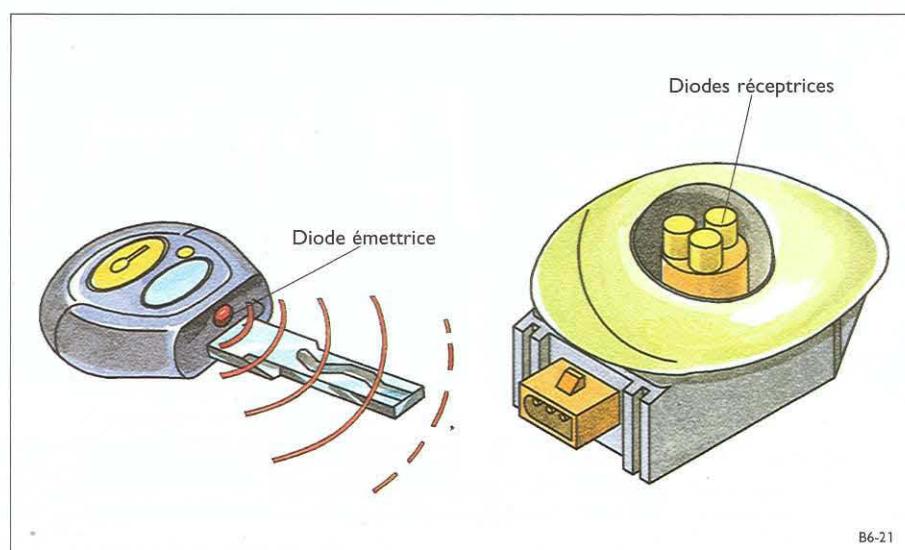
#### Autres applications

La photodiode s'emploie aussi comme photocapteur destiné à mesurer la radiation solaire. Dans des systèmes de climatisation, la photodiode est montée sur le tablier, l'intensité du courant qui la traverse dépendra du niveau de luminosité qu'elle reçoit, ainsi l'Unité de Contrôle peut donc régler le fonctionnement de l'air conditionné.



Application d'une photodiode pour mesurer la radiation solaire dans un système de climatisation.

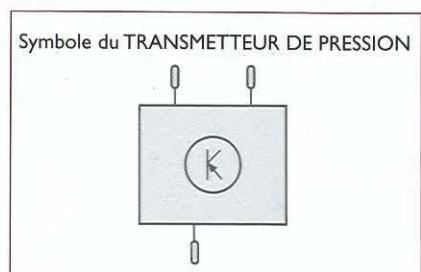
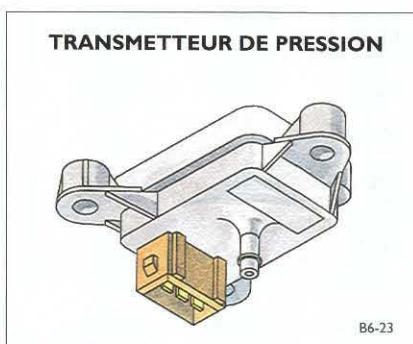
A l'intérieur du capteur à infrarouges (IR), sont installées plusieurs diodes sensibles au spectre de lumière infrarouge.



B6-21

*“Les dispositifs piézoélectriques produisent une variation de leur résistance électrique ou créent une tension en réponse aux forces mécaniques auxquelles ils sont soumis sous forme de pression.”*

## CAPTEURS PIÉZOÉLECTRIQUES



### Principes fondamentaux

L'**effet piézoélectrique** consiste en l'apparition d'une polarisation électrique dans un matériel lorsqu'il se déforme sous l'action d'une force. En fonction du matériel employé, le phénomène peut créer une petite tension ou faire varier la résistance électrique de celui-ci.

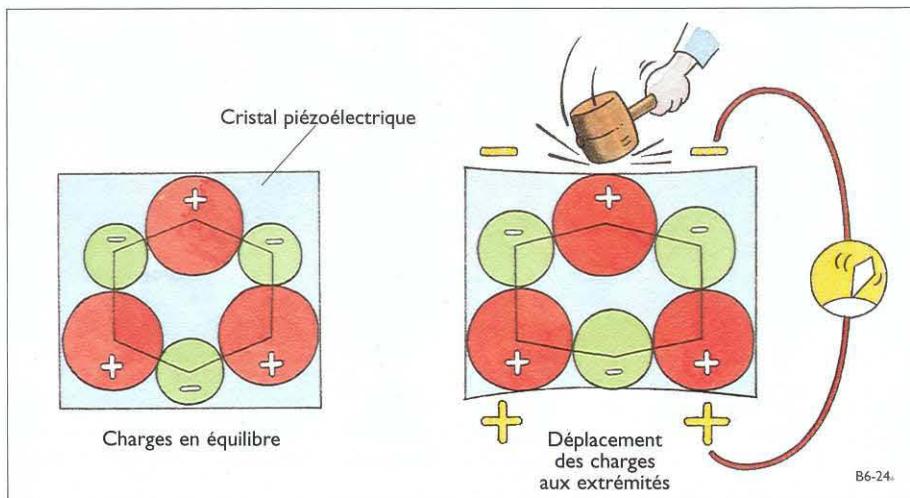
Certains cristaux naturels (quartz) ou synthétiques ont une disposition atomique telle qu'une fois soumis à une force de compression, leur structure se déforme si bien que les charges électriques (électrons et protons) se déplacent dans le sens opposé, en perdant leur équilibre naturel, ce qui provoque une différence de tension entre une face et l'autre. Le capteur piézoélectrique ainsi obtenu est de type actif et il permet le développement de dispositifs à même de mesurer des forces de compression, de vibration et d'accélération.

Un autre type de capteur, celui-ci de type passif, est le piézorésistif, qui a pour base la variation de la résistance d'un composé de silicium (matériel semi-conducteur) disposé sur une surface d'oxyde, en formant un film. Quand le capteur est soumis à une déformation de sa géométrie, ses atomes changent aussi leur disposition en modifiant la voie des électrons libres, ce qui modifie la résistance électrique de celui-ci. On l'emploie comme élément capteur de pression et la méthode de mesure consiste en une mince couche de silicium (résistance) imprimée sur un diaphragme, laquelle est sensible à la déformation que subit le diaphragme sous l'action d'une pression.

### Applications

- **Transmetteur de pression du collecteur**

Le **transmetteur de pression** est



de type passif, il transforme la variation de pression dans le collecteur en une variation de tension, grâce à un diviseur de tension formé par des résistances. Il se compose d'une enceinte où se trouve un diaphragme sensible à la pression absolue du collecteur; sur le diaphragme sont installées les résistances d'un matériel piézorésistif, faisant partie d'un circuit de mesure. Quand le diaphragme se déforme sous l'action de la pression dans le collecteur, le transmetteur fournit une valeur de tension en proportion directe avec le degré de pression (la charge du moteur) existant à ce moment. A l'aide de cette information, l'Unité de Contrôle électronique pourra déterminer les paramètres de fonctionnement du moteur.

## Autres applications

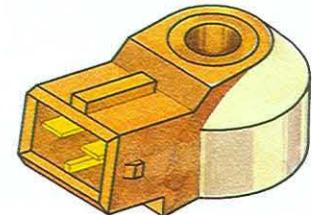
Il y a beaucoup d'autres capteurs fondés sur les phénomènes piézoélectriques, par exemple les suivants, qui sont de type **actif** :

- Capteur de cognement, utilisé dans les systèmes d'allumage électronique avec avance programmée.
- Transmetteur de tours et de charge pour moteurs diesel.
- Capteur de l'angle de virage dans le système électronique de stabilité programmée (EPS).
- Capteur d'accélération Airbag pour mesurer l'accélération et la décélération du véhicule.

Quant à ceux de type **passif**, on peut mentionner :

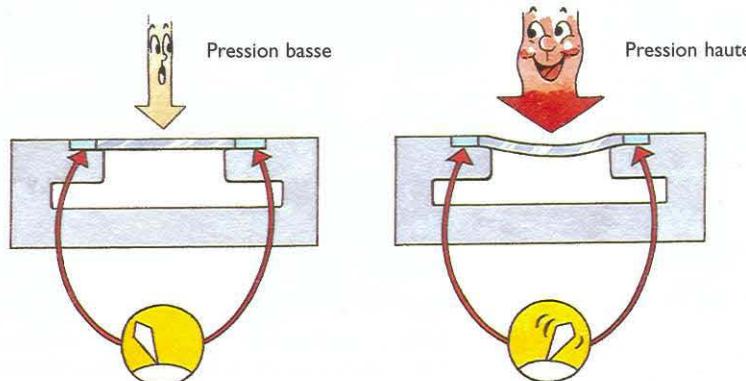
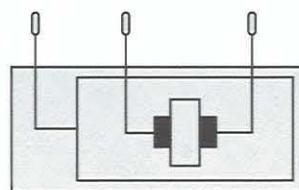
- Capteur barométrique mesurant la pression atmosphérique, destiné aux systèmes de gestion du moteur.
- Transmetteur de pression de freinage.

CAPTEUR DE COGNEMENT



B6-26

Symbol du CAPTEUR DE COGNEMENT



B6-25

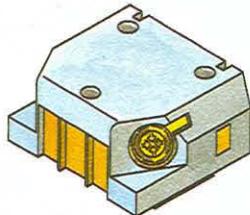
## Fonctionnement du transmetteur de pression du collecteur

La pression altère la forme du matériel piézorésistif en modifiant la résistance électrique de celui-ci.

*“Les ultrasons et la radiofréquence sont des procédés très efficaces pour le contrôle à distance et l’exploration de volumes.”*

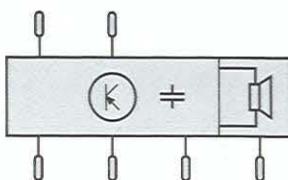
## CAPTEURS PAR ULTRASONS ET RADIOFRÉQUENCE

CAPTEUR VOLUMETRIQUE



B6-27

Symbole du CAPTEUR VOLUMETRIQUE



### Principes concernant les ultrasons

Par définition, les ultrasons sont des sons dont la fréquence de vibration est supérieure à la limite perceptible par l'oreille humaine. Ils se propagent dans l'air et leur fréquence peut se modifier s'ils rencontrent ou heurtent un objet. Pour générer des ultrasons, on se sert d'un transistor, semblable à une petit haut-parleur en céramique qui résonne à une fréquence élevée (au-dessus des 40 kHz) et quand le récepteur, pareil à un microphone, capte la vibration, il émet des signaux électriques pouvant être détectés électroniquement.

### Applications

#### • Capteur volumétrique

Le capteur volumétrique par ultrasons est utilisé comme détecteur de présence dans des systèmes antivol.

Le transmetteur et le récepteur sont installés à l'intérieur de l'habitacle. L'émetteur génère un son d'une fréquence élevée et le récepteur reçoit l'écho en le transformant en signal électrique (de la même façon qu'un microphone). En cas de mouvement quelconque à l'intérieur du véhicule, la valeur de l'écho enregistré se modifie.

L'Unité de Contrôle se sert de ce signal pour identifier l'entrée éventuelle de personnes non autorisées à l'intérieur du véhicule.

### Autres applications

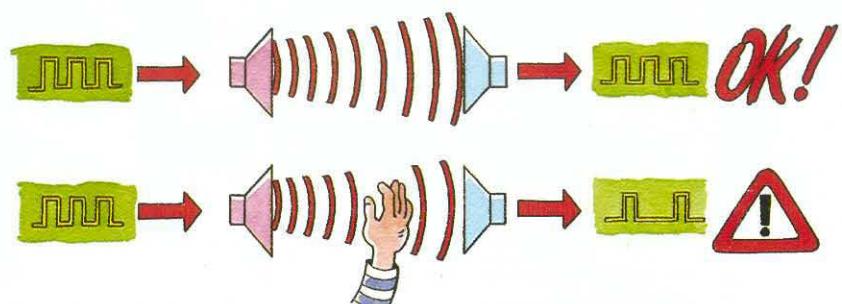
Une autre application des ultrasons est celle de **transmetteur ultrasonique**, dans le système d'aide sonore de stationnement (APS).

### Principes concernant la radiofréquence

La transmission et la réception d'information par radio est

#### Capteur volumétrique

Le volume à contrôler est balayé par des ultrasons qui sont "entendus" par un microphone. L'altération ou l'interruption des ultrasons détectés par le récepteur déclenche l'alarme.



B6-28

dénommée *radiofréquence*, cette définition englobant la communication par ondes radioélectriques émises dans l'espace et recueillies par un récepteur. Les ondes qui sont émises dans l'espace et qui contiennent l'information, sont générées par un courant alternatif de haute fréquence qui parcourt une antenne. Le récepteur reçoit ces ondes et en retire l'information, en la transformant en ordre : activation, arrêt, etc.

## Applications

### • Télécommande

Les systèmes de télécommande par radiofréquence se composent d'un petit émetteur transportable et d'un récepteur qui se trouve à l'intérieur du véhicule.

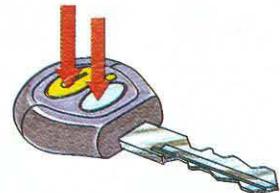
L'émetteur une fois activé, il génère et irradie dans l'air une onde porteuse qui contient le code avec l'information. Le récepteur reçoit le code et le compare au contenu de son programme et si les deux coïncident, il active la fonction ordonnée : activation ou désactivation de la fermeture ou activation et désactivation de l'alarme antivol.

### antennes réceptrices.

L'unité de lecture de la clé de l'immobiliseur électronique est une antenne réceptrice.

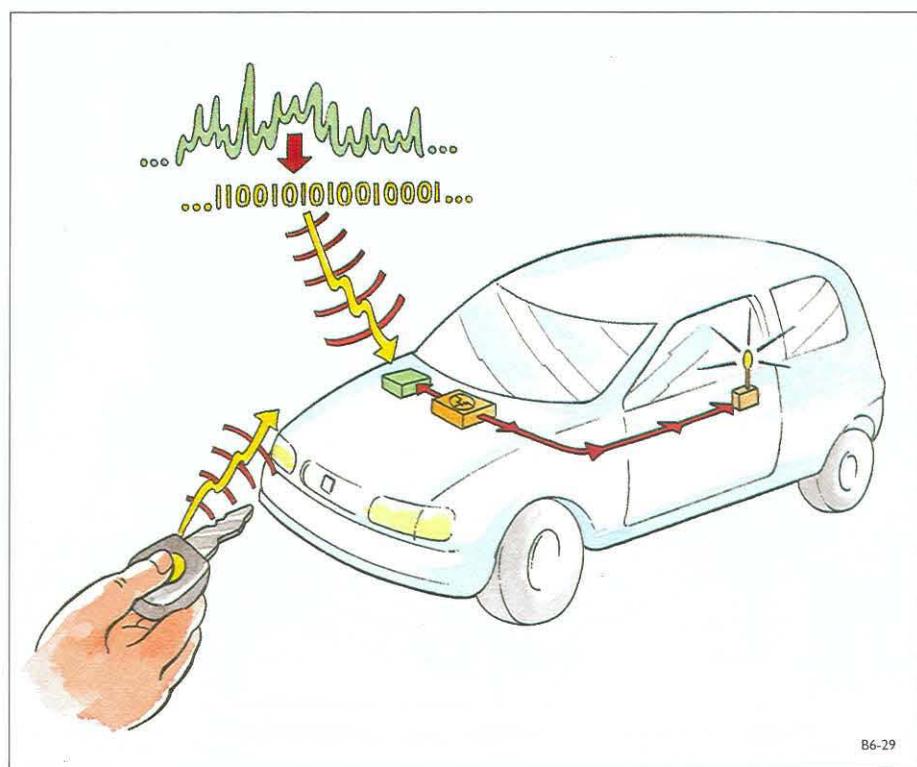
Autres types d'antennes, celles d'audio, qui peuvent être de type actif et qui comportent leur propre électronique pour amplifier le signal, d'une taille réduite surprenante; et les antennes passives qui, au contraire, n'ont pas besoin d'alimentation, mais dont les qualités sont conditionnées par leur longueur, puisque de celle-ci dépend la meilleure réception d'une bande de fréquence déterminée.

**EMETTEUR DE RADIOFRÉQUENCE**



B6-30

Télécommande de fermeture centralisée et déclenchement d'alarmes par radiofréquence.



B6-29

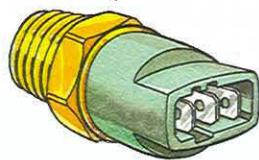
## Autres applications

Comme autres éléments capteurs de radiofréquence il y a les

*"Il existe une vaste gamme de capteurs dont le fonctionnement se limite uniquement à interrompre un circuit électrique ou à commuté pour un autre quand il est activé, soit mécaniquement soit sous l'action d'un autre phénomène physique (pression d'huile, température, rupture de glaces, etc.)."*

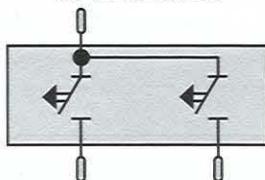
## CAPTEURS : INTERRUPEURS ET COMMUTATEURS

COMMUTATEUR THERMIQUE DU VENTILATEUR



B6-31

Symbole du COMMUTATEUR THERMIQUE DU VENTILATEUR



### Principes fondamentaux

Il existe un grand nombre de capteurs dont le signal provient d'un actionnement d'origine mécanique, thermique ou de toute autre nature physique; et en général, leur action se limite à fermer ou à ouvrir un circuit électrique, ce procédé étant la consigne de commande.

Bien que les capteurs de ce type soient nombreux, nous en donnons ci-dessous quelques exemples.

### Applications

- **Interrupteur de pression d'huile**

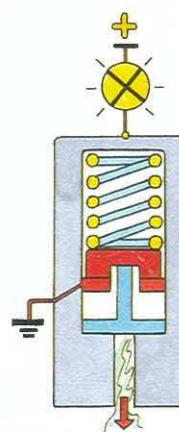
Appelé aussi contact manuel, il se compose d'un interrupteur de pression en communication avec le circuit de graissage, lequel est taré à une certaine force.

L'interrupteur est actionné par la pression d'huile dans le carter, en ouvrant ou en fermant le circuit quand une certaine pression de tarage est atteinte, ce qui provoque l'extinction du voyant sur le tableau de bord.

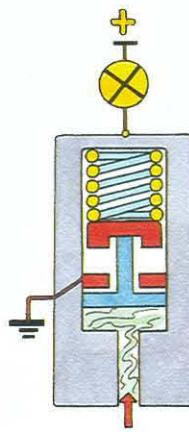
- **Commutateur thermique du ventilateur**

Le commutateur thermique du ventilateur met en marche le ventilateur du radiateur du liquide de refroidissement du moteur, à deux vitesses, grâce au système de commutation qui active deux contacts à différente température. L'élément capteur est une capsule en cire qui se dilate par effet thermique et dont le déplacement pousse deux contacts tarés à une force différente. Par conséquent, chaque contact ferme le circuit

Fonctionnement du capteur de pression d'huile.



Sans pression



Avec pression

B6-32

à une force de poussée correspondant à une température spécifique.

#### • Capteur de choc

Ce capteur est utilisé pour détecter des chocs éventuels.

L'ensemble capteur se compose de quatre plaques, deux boules métalliques et deux séparateurs en caoutchouc. Les plaques centrales sont aimantées et font partie des contacts d'un interrupteur. Le signal a lieu de cette façon : les boules sont soumises à l'action du champ magnétique d'un aimant et sont collées aux plaques; en cas de choc, les forces d'inertie des boules dominent le champ magnétique et celles-ci se détachent de leur logement en établissant un contact entre les plaques, ce qui ferme le circuit électrique.

#### • Capteur de rupture de glaces

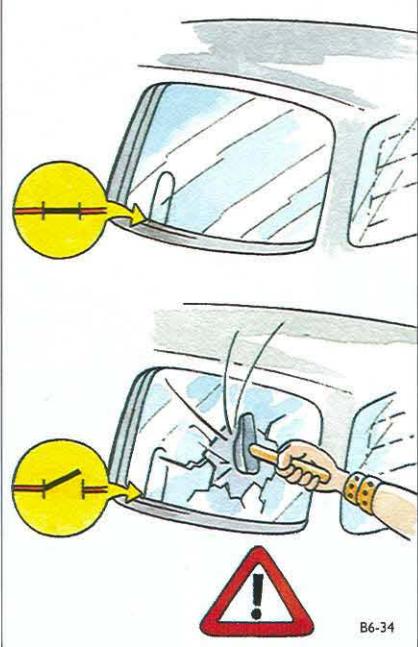
Il s'agit d'un petit filament faisant partie d'un circuit électrique et qui est inséré dans les glaces. En cas de rupture, le circuit s'interrompt, grâce à quoi l'alarme antivol se déclenche.

#### Autres applications

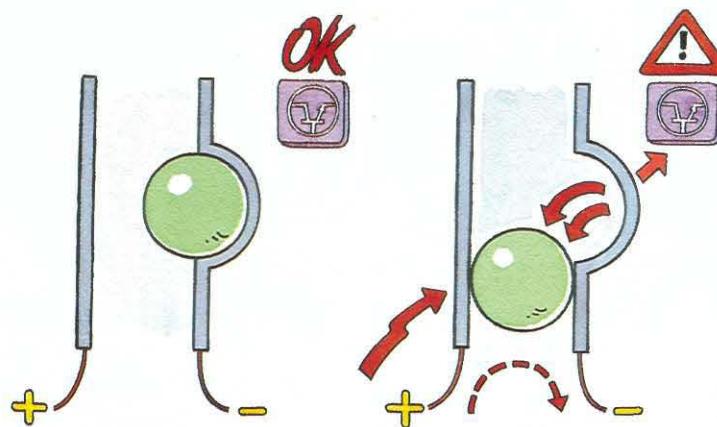
De nombreuses applications fonctionnent à base d'une commande mécanique, comme par exemple :

- Commutateur de serrure de porte dans des systèmes de fermeture centralisée.
- Interrupteur de portes pour l'allumage d'un éclairage.
- Commutateur du lève-glace.
- Commutateur multifonctionnel dans boîte de vitesses automatique.
- Interrupteur de feu de freinage.

#### CAPTEUR DE RUPTURE DE GLACES



B6-34



#### Capteur de choc

En cas de choc, la boule se détache en produisant le contact électrique.

*“Par définition, un actionneur est un dispositif quelconque transformant l’énergie électrique qu’il reçoit en autre type d’énergie, normalement mécanique ou thermique, qui exécute finalement les conditions de fonctionnement du système établi au préalable par l’Unité de Contrôle électronique.”*

## ACTIONNEURS

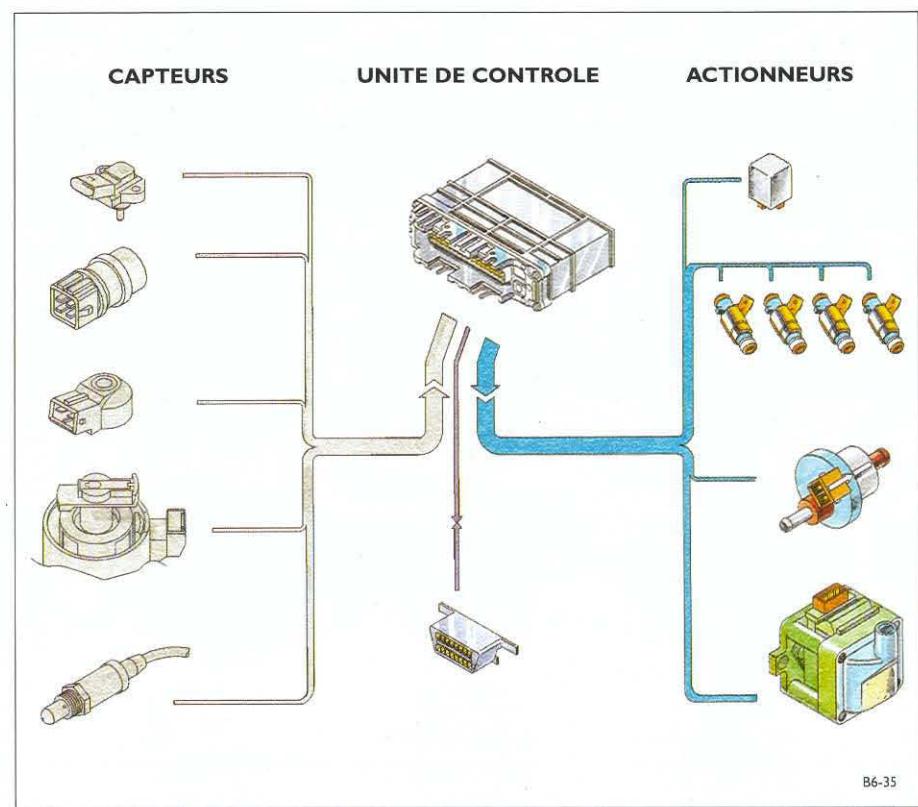
### Définition

Dans un système de gestion électronique, les capteurs sont les éléments chargés d’obtenir l’information, c'est-à-dire, qu’ils fournissent les signaux d’entrée à l’Unité de Contrôle pour que celle-ci puisse déterminer l’ordre de sortie. Cet ordre de sortie se transforme en signal électrique qui est envoyé à un actionneur ou commande qui convertira l’énergie électrique en une autre forme d’énergie. Les types d’actionneurs existant dans une automobile sont très variés; depuis les plus simples et les plus

directs comme un relais qui reçoit un courant et fait fonctionner un contact, jusqu'à d'autres qui comportent leur propre électronique de conversion, comme par exemple dans le cas des écrans, qui disposent de leurs propres circuits électroniques pour transformer le signal d’entrée en chiffre ou en toute autre indication visuelle.

### Classification des actionneurs

Comme pour les capteurs, les actionneurs sont des dispositifs qui sont de plus en plus nombreux en



automobile par suite de l'introduction toujours plus importante de systèmes électroniques.

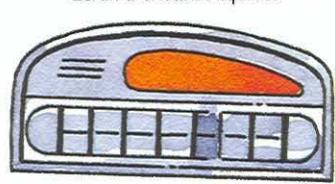
Pour leur étude et leur présentation, les actionneurs peuvent se classer différemment, en fonction de la diversité de leur nature. Il est cependant préférable de les classer selon le principe de base de fonctionnement.

• **Electromagnétiques** : ce sont ceux qui ont pour base le magnétisme ou l'électromagnétisme.

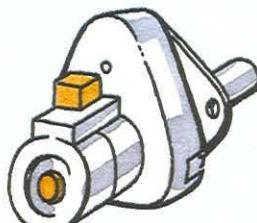
- **De chauffage** : ce sont ceux qui dégagent de la chaleur.
- **Electromoteurs** : ce sont des actionnements où interviennent des moteurs électriques.
- **Electromoteurs** : moteurs pas à pas.
- **Acoustiques** : ce sont les capteurs en rapport avec le son.
- **Ecrans à cristaux liquides** : ce sont les actionneurs qui présentent un message visuel ou introduisent une information graphique.



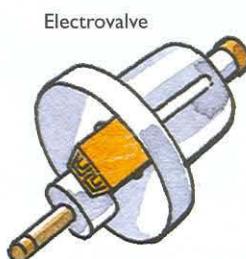
Relais



Moteur pas à pas



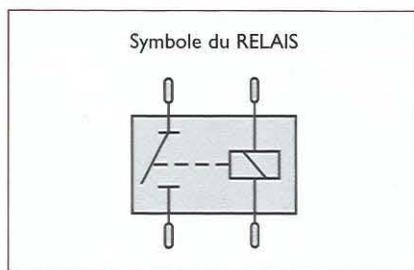
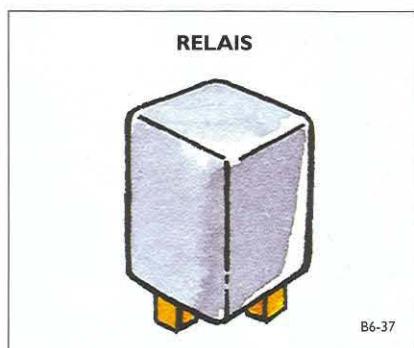
Haut-parleur



*Les actionneurs peuvent être de nature diverse.*

*“Par l’intermédiaire des actionneurs électromagnétiques, profitant de l’effet électroaimant créé par le courant qui passe dans une bobine, il est possible de contrôler des courants de puissance élevés, ainsi que la circulation de fluides dans des circuits hydrauliques ou pneumatiques (relais, électrovalves, etc.). La transformation de la tension pour l’allumage est également possible.”*

## ACTIONNEURS ELECTROMAGNÉTIQUES



### Principes fondamentaux

Les actionneurs électromagnétiques ont pour base le magnétisme, qui peut être d’origine naturelle, à l’aide d’un aimant, ou créé par l’électricité (effet électroaimant). Ici sont aussi inclus d’autres phénomènes en rapport avec l’électricité et le magnétisme : comme l’induction électromagnétique qui arrive à générer une haute tension, principe des transformateurs d’allumage.

### Applications

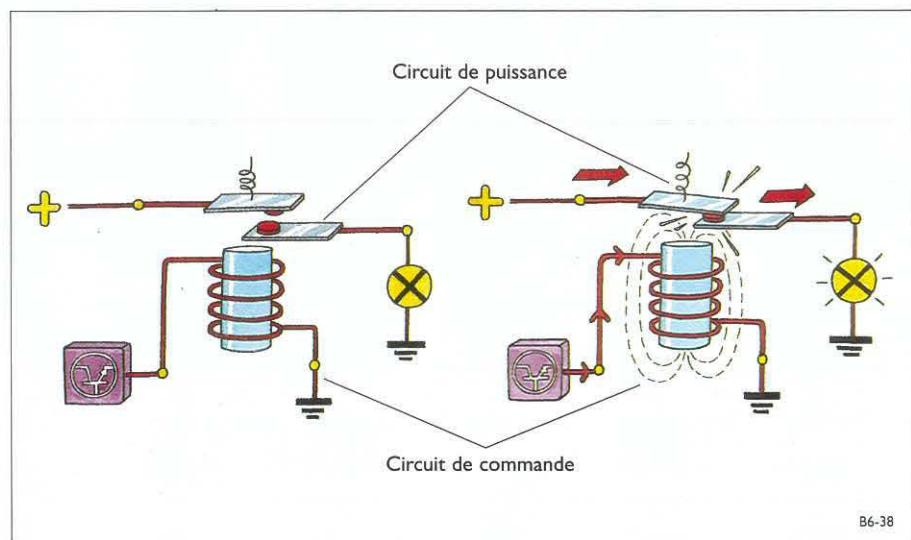
#### • Relais

Le fonctionnement du relais repose sur l’effet électroaimant qui a lieu quand du courant passe dans une bobine enroulée sur un noyau de fer doux. Le relais est établi pour permettre que des courants d’une valeur élevée

puissent circuler sous contrôle, avec un faible courant de commande. Il dispose de deux circuits, un de puissance par lequel le courant de la batterie circulera vers l’élément consommateur et un autre de commande, de basse consommation qui peut être dirigé avec des courants faibles à partir de toute Unité de Contrôle.

#### • Soupapes d’injection

Les soupapes d’injection, aussi appelées **injecteurs** ou **électrovalves** électrovalves sont des dispositifs électromagnétiques qui fonctionnent en ouvrant et en fermant le circuit de pression du carburant en réponse aux impulsions appliquées par l’Unité de Contrôle.



Le relais dispose de deux circuits, l’un de puissance et l’autre de commande ou contrôle.

Ces soupapes sont montées sur les équipements d'injection, comprenant normalement une soupape pour chaque cylindre, comme dans les systèmes de gestion du moteur Simos. Elles disposent d'un corps de soupape où se trouvent la bobine et d'une aiguille d'injection maintenue en position de repos (fermant le passage du carburant) sous l'action d'un ressort. Quand la bobine reçoit du courant, à cause de l'effet électroaimant l'aiguille est soulevée de son siège et le carburant peut sortir sous pression par la rainure calibrée. La quantité exacte de carburant fourni par la soupape dépend du temps d'injection, c'est-à-dire, du temps qu'elle reste ouverte; et cette valeur est déterminée par

l'Unité de Contrôle électronique d'après les conditions de fonctionnement du moteur. Le débit établi se transforme ainsi en impulsions électriques que la soupape reçoit et la modification du débit s'obtient en faisant varier le temps d'injection (entre une et plusieurs microsecondes).

### Autres applications

Les actionneurs électromagnétiques ont de nombreuses applications, telles que :

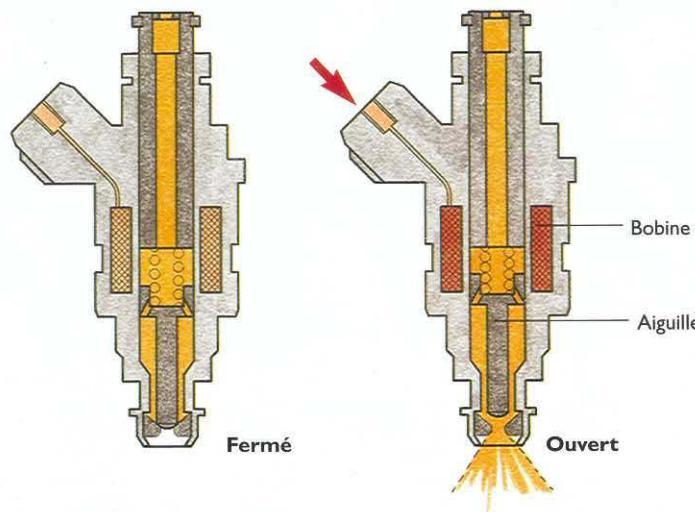
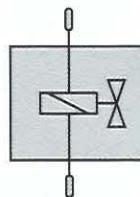
- Electrovalve de ventilation du réservoir de charbon actif.
- Accouplement magnétique du compresseur d'air conditionné.
- Transformateur d'allumage.

**SOUPAPE D'INJECTION**



B6-40

Symbol de SOUPAPE D'INJECTION



B6-39

### Fonctionnement d'une soupape d'injection

Quand la bobine reçoit du courant, l'aiguille est soulevée de son siège et le carburant peut sortir sous pression par la rainure calibrée.

*“Quand il est nécessaire d’élèver la température en un point déterminé, il faut utiliser des éléments de chauffage qui, au passage du courant, seront capables de générer de la chaleur.”*

## ACTIONNEURS DE CHAUFFAGE

BOUGIES DE PRECHAUFFAGE  
POUR MOTEURS DIESEL



B6-41

Symbol de BOUGIES DE PRECHAUFFAGE



### Principes fondamentaux

Les actionneurs de chauffage sont ceux qui produisent de la chaleur grâce à l'effet Joule. Cet effet met en rapport le courant qui circule dans une résistance et l'énergie libérée sous forme de chaleur. La chaleur se dégage quand un courant élevé (beaucoup d'électrons) qui traverse un conducteur ayant peu de résistance, provoque un grand nombre de collisions et de frictions entre ces électrons, ce qui fait monter la température. Comme résistances de chauffage, on emploie du fil métallique d'un alliage déterminé (chrome-nickel) qui lui donne un haut

coefficient de résistivité (haute valeur ohmique) et ayant en plus une grande résistance à la chaleur. On les fabrique aussi à partir de composés semi-conducteurs installés sur une surface.

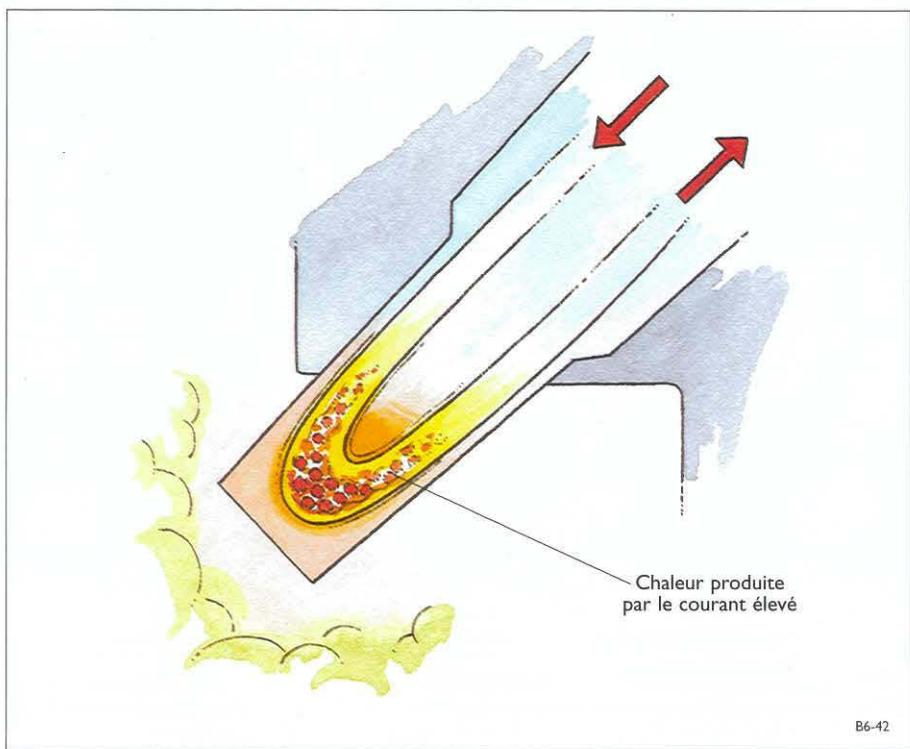
### Applications

#### • Bougies de préchauffage diesel

Les moteurs diesel sont équipés de bougies de préchauffage pour faciliter le démarrage à froid. Elles sont autoréglées, d'échauffement rapide et sont conçues comme des résistances PTC : leur résistance augmente avec la température.

#### Fonctionnement d'une bougie de préchauffage

Le courant élevé qui passe dans la bougie joint à la faible résistance de celle-ci provoquent une augmentation rapide de la chaleur.



B6-42

A froid, elles présentent une très faible résistance, si bien que beaucoup de courant y passe et qu'on atteint rapidement la température normale de service, mais une fois chaude, la résistance de cette bougie augmente en limitant et en réglant ainsi le passage du courant. Le temps de fonctionnement est généralement limité à l'aide d'un temporisateur.

#### • Bougies de chauffage

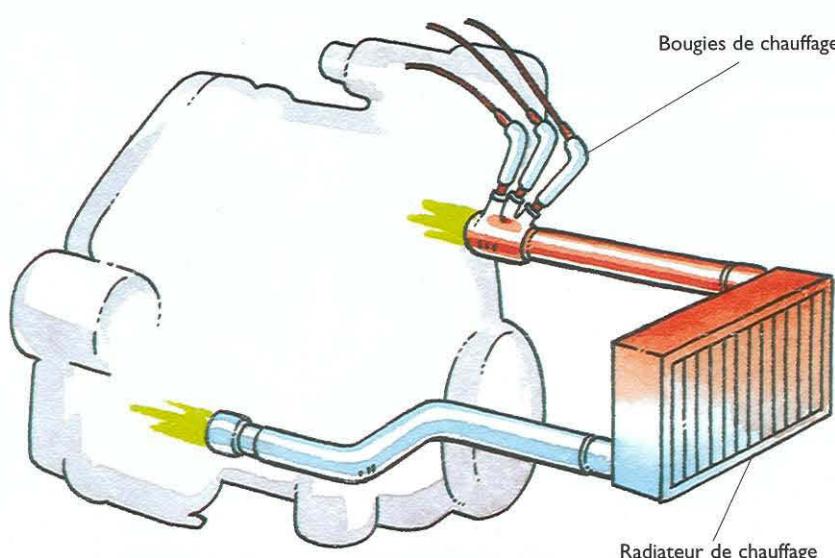
Certains véhicules diesel de dernière génération avec système d'injection directe (TDi) et destinés aux pays froids, sont

équipés d'un dispositif de chauffage additionnel qui consiste en l'introduction de bougies de chauffage dans le circuit du liquide de refroidissement, ce qui permet d'avoir un chauffage rapidement disponible dans l'habitacle.

### Autres applications

On utilise aussi d'autres actionneurs de chauffage, entre autres :

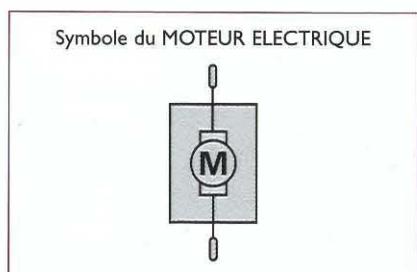
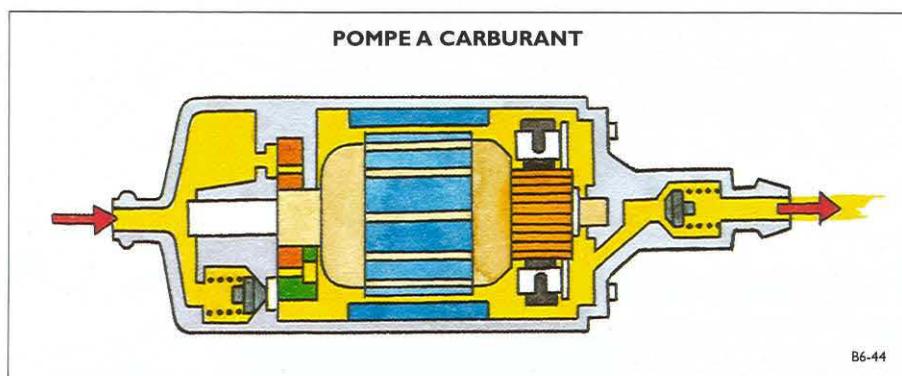
- Lunette chauffante.
- Résistance de chauffage du collecteur d'admission (hérisson).
- Radiateur électrique pour chauffage.



Les bougies de chauffage permettent de disposer rapidement de chauffage en cas de moteurs froids.

*"Dans la famille des moteurs électriques, il existe une grande variété de dispositifs destinés à diverses fonctions : soupapes de réglage du ralenti, pompe à carburant, lève-glace, montres, etc."*

## ACTIONNEURS : MOTEURS ÉLECTRIQUES



### Principes fondamentaux

Les électromoteurs ou moteurs électriques fonctionnent sur le principe de base que l'énergie électrique peut se transformer en énergie mécanique.

Quand un courant passe dans un conducteur, il se crée dans les alentours un champ magnétique; si ce conducteur est placé sous l'action d'un fort champ magnétique fixe (le stator) et de plus grande intensité (par exemple, un aimant permanent), ce dernier a tendance à pousser et à déplacer le

conducteur en dehors de lui. Si le conducteur se présente comme une spire enroulée formant un induit et s'alimente à travers des balais qui créent un champ magnétique opposé au fixe (celui du stator), le champ magnétique créé dans l'induit va générer une force de réaction qui l'obligera à tourner à l'intérieur du champ magnétique fixe.

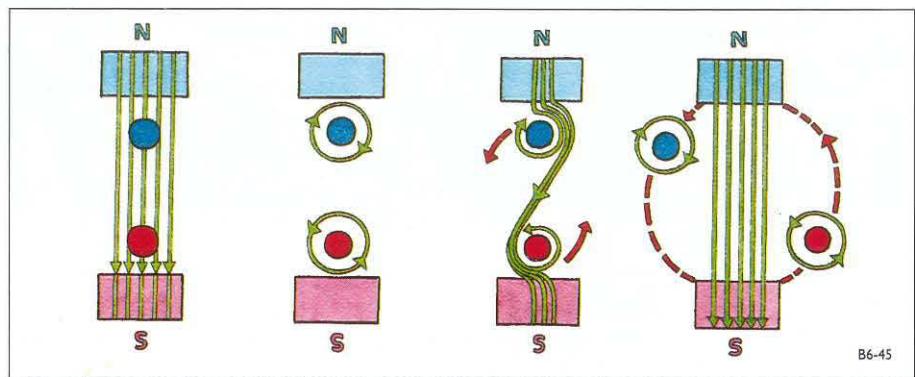
Des moteurs de différentes caractéristiques techniques sont ainsi fabriqués, comme les moteurs rotatifs à rotation libre, avec réducteur ou bien à rotation limitée.

### Applications

#### • Pompe à carburant

Prenons comme exemple une pompe à rouleaux du circuit de carburant du système d'injection. Le moteur est logé dans un carter baigné de carburant et la lubrification est fournie.

**Fonctionnement du moteur électrique**  
Le courant qui traverse le câble (la bobine de l'induit) crée à son alentour un champ magnétique qui s'oppose au champ fixe des pôles magnétiques. La force magnétique "pousse" la bobine et la fait tourner.



L'induit du moteur reçoit du courant à travers les balais et fait tourner le rotor où se trouvent les rouleaux, ceux-ci sous l'effet de la force centrifuge se déplacent vers l'extérieur et agissent comme joint rotatif.

A l'entrée du carburant, les rouleaux créent une chambre dont le volume augmente, elle se remplit de carburant en étant poussée vers la sortie, où le volume diminue, si bien que le carburant sort comme projeté vers l'extérieur.

#### • Soupape stabilisatrice du ralenti

Ce type de soupape stabilisatrice du ralenti consiste en un moteur d'induit unique, à rotation limitée. L'induit (rotor) est placé de telle sorte qu'il fait tourner la soupape en ouvrant le passage de l'air; en même temps, il est soumis à

l'action d'un ressort qui oblige la soupape à être fermée. Le courant que le moteur reçoit crée un couple de rotation qui s'oppose à la force du ressort, en produisant une position angulaire déterminée, ce qui représente une section déterminée de passage d'air. Le contrôle du courant sur le moteur se fait en commandant la tension nominale par impulsions, avec une fréquence fixe et en faisant varier le rapport de cycle.

#### Autres applications

Il existe une grande variété d'applications pour les moteurs électriques, comme les suivantes :

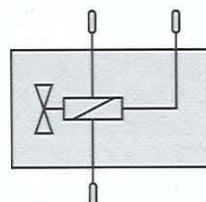
- Lève-glaces électriques.
- Montre du tableau de bord.
- Actionneur de papillon dans des systèmes Monojetronic et Monomotronic.
- Doseur de carburant dans des systèmes TDi.

**SOUPAPE STABILISATRICE DU RALENTI**

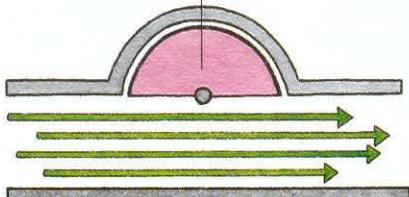


B6-47

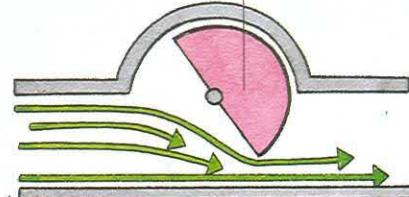
Symbol de la SOUPAPE STABILISATRICE



Soupape ouverte



Soupape en partie fermée



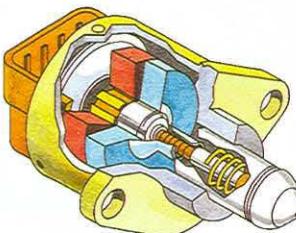
B6-46

Fonctionnement de la soupape stabilisatrice du ralenti.

*“Un type spécial de moteur électrique correspond au moteur dit pas à pas, dont les caractéristiques conviennent parfaitement au réglage et à la rotation contrôlée.”*

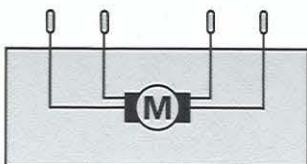
## MOTEURS ÉLECTRIQUES : MOTEUR PAS À PAS

MOTEUR PAS A PAS



B6-48

Symbole du MOTEUR PAS A PAS



### Principes fondamentaux

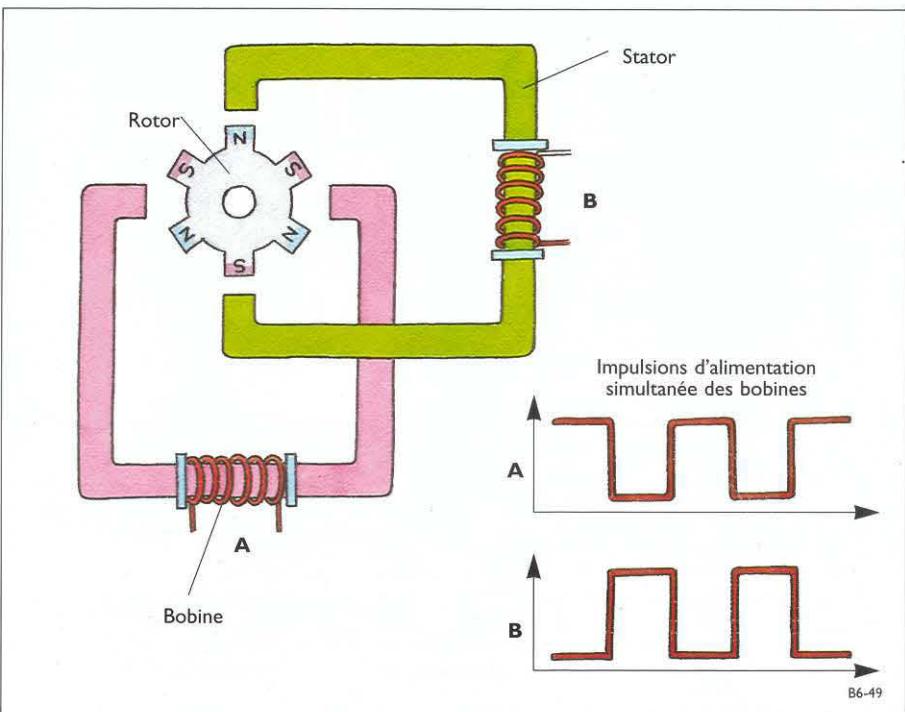
Le moteur pas à pas se compose d'un rotor à aimants permanents et de diverses bobines qui forment le stator. Le rotor se trouve à l'intérieur d'une armature ou cage, laquelle se trouve magnétisée avec le même nombre de pôles que ceux pouvant être créés par l'une des bobines.

La correspondance entre le rotor (pôles fixes) et le stator (pôles variables) est ce qui provoque la rotation échelonnée du rotor, parce que les bobines, enroulées sur des masses polaires, peuvent être alimentées alternativement, en créant sur les masses des champs

magnétiques avec polarité opposée à l'armature de l'aimant, si bien qu'il se produit un déplacement du rotor vers la position suivante, à savoir de la valeur d'une fraction (raison pour laquelle on l'appelle moteur pas à pas).

La fraction de tour ou pas dépend du nombre de pôles de l'aimant et des bobines d'alimentation (phases).

L'Unité de Contrôle électronique se charge de l'excitation des bobines, en changeant alternativement la polarité de chaque groupe de bobines pour produire le tour ou pour changer le sens de rotation.



Fonctionnement du moteur pas à pas.

## Applications

### • Soupape stabilisatrice du ralenti

La stabilisatrice du ralenti du moteur équipée de gestion SPI, emploie un moteur pas à pas pour contrôler le régime du ralenti à travers la modification d'un passage d'air additionnel à celui du papillon des gaz.

Il se compose d'un stator pourvu de deux bobines et du rotor avec les aimants permanents, dont l'axe est fileté.

Un cône de réglage est vissé sur l'axe du rotor, de telle sorte que si l'axe tourne, le cône se déplace.

Le cône est introduit dans le

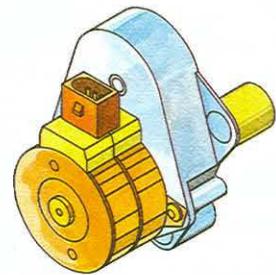
passage d'air additionnel de telle façon que selon le sens de rotation du moteur, il fermera ou ouvrira le passage d'air.

### Autres applications

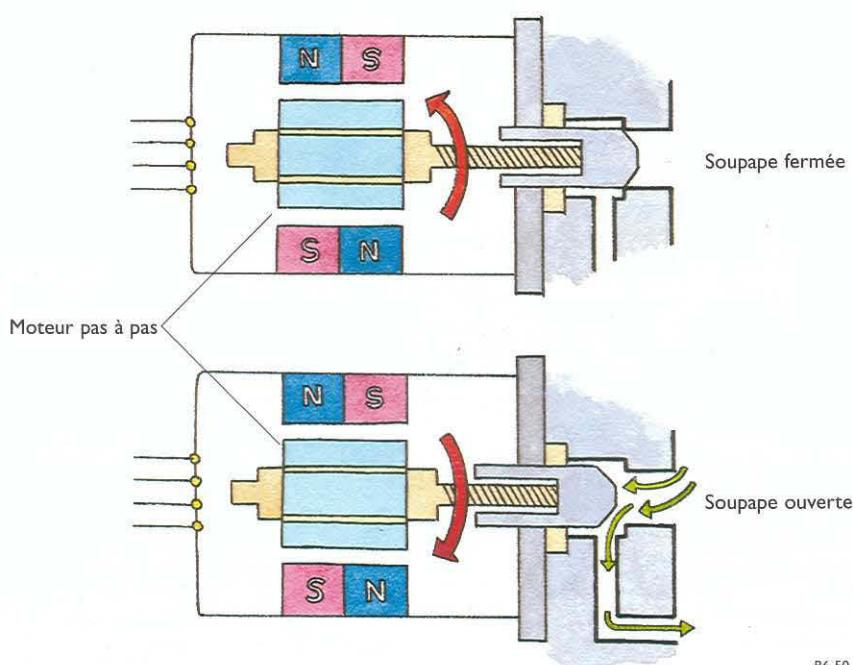
Outre cette application, les moteurs pas à pas servent aussi pour d'autres services, entre autres :

- Réglage des clapets de ventilation du système Climatronic.
- Indicateurs du tableau de bord de l'Arosa (compte-tours, compteur kilométrique, niveau de carburant et température du moteur).

MOTEUR PAS A PAS POUR REGLAGE DE CLAPETS



B6-51



Fonctionnement de la soupape stabilisatrice du ralenti à l'aide d'un moteur pas à pas.

*"Parmi les actionneurs sonores, on regroupe les haut-parleurs et les avertisseurs sonores; deux dispositifs qui servent à donner plus de confort dans la conduite tout en constituant une méthode d'avertissement sonore."*

## ACTIONNEURS SONORES

### Principes des haut-parleurs

En fonction du principe physique de leur fonctionnement, les haut-parleurs peuvent être de différents types, les plus courants étant les électrodynamiques, les électrostatiques et les piézoélectriques.

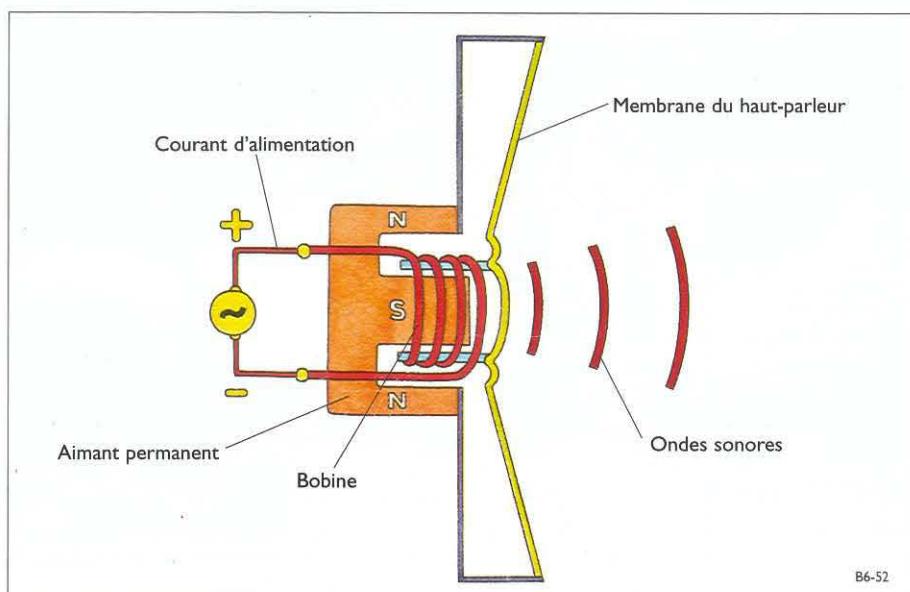
Comme il est très difficile qu'un seul haut-parleur puisse reproduire la marge de fréquences audible (20 Hz - 20 000 Hz), dans les systèmes de haute fidélité on se sert de plusieurs haut-parleurs qui répartissent le signal : graves, aigus ou moyens.

Le type le plus courant pour des équipements musicaux est le haut-parleur électrodynamique, qui a pour base l'effet électromagnétique transformant les oscillations électriques d'amplitude et de fréquence en vibrations mécaniques, vibrations qui à leur tour, moyennant un élément rigide,

produisent des ondes sonores qui se transmettent dans l'espace. L'élément "rigide" produisant le son peut être une membrane constituée de différents matériaux : papier, aluminium, plastique, plaque de céramique (quartz), etc., chacune de ces membranes donnant des caractéristiques sonores particulières.

C'est une bobine dans laquelle passe un courant qui a pour fonction d'"exciter" et de faire vibrer la membrane du haut-parleur.

Il existe des avertisseurs sonores du type piézoélectrique dans lesquels la membrane est remplacée par une fine plaque en céramique. La vibration se produit lorsque la plaque entre en résonnance après avoir été excitée par un courant alternatif; en faisant varier la fréquence d'excitation, on peut modifier le ton.



Fonctionnement d'un haut-parleur.

## Applications

### • Avertisseur sonore

L'avertisseur sonore monté sur le tableau de bord de l'Arosa porte à l'intérieur un petit haut-parleur du type piézoélectrique, qui produit un "bourdonnement" ou "gong" comme signal d'alarme quand le système électronique détecte une certaine anomalie; comme par exemple, manque de pression d'huile, excès de vitesse, ceinture détachée, etc. Le dispositif sonore consiste en une membrane en céramique, excitée par un circuit électronique produisant une fréquence variable et modulée. Le petit haut-parleur la transforme en un son caractéristique de "bourdonnement" ou de "gong", selon le type d'avertissement.

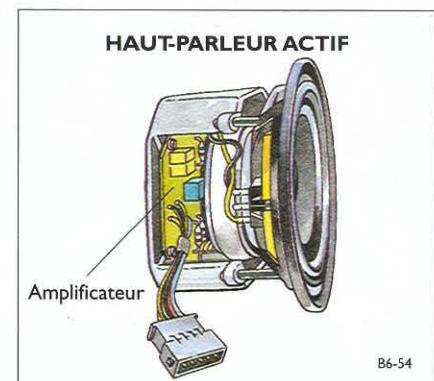
### • Haut-parleurs

Les haut-parleurs utilisés dans le système d'autoradio sont aussi considérés comme des actionneurs, puisqu'ils répondent aux sollicitations d'une unité

électronique pouvant être l'autoradio ou un amplificateur égaliseur. De plus, on peut aussi à travers eux transmettre de l'information pour aider le conducteur.

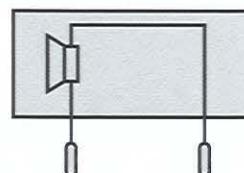
Il y a deux types de haut-parleurs : passifs et actifs.

Les haut-parleurs passifs sont directement excités par l'équipement d'audio : ils ont comme avantage d'être de petite taille avec de bonnes prestations et comme inconvénient de ne pas pouvoir être très éloignés de la source sonore, parce qu'il se produit alors des pertes d'énergie, ce qui rend nécessaire l'utilisation de câbles d'alimentation d'une grosse section. Les haut-parleurs actifs au contraire comportent à l'intérieur un amplificateur, si bien qu'ils peuvent se situer loin de la source sonore et requérir des câbles de petite section. Ils présentent toutefois l'inconvénient de devoir être alimentés indépendamment avec du courant.

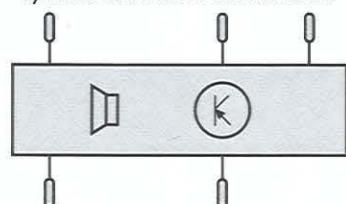


B6-54

Symbole de HAUT-PARLEUR PASSIF



Symbol de HAUT-PARLEUR ACTIF



AVERTISSEUR SONORE



B6-53

Avertisseur sonore à l'intérieur du tableau de bord de l'Arosa.

*"Associés à l'instrumentation classique, les écrans ou indicateurs à cristaux liquides sont capables de reproduire pratiquement n'importe quel chiffre, symbole ou signe dans le champ visuel du conducteur et aussi de servir pour d'autres applications, comme par exemple, constituer la base du rétroviseur antiéblouissant."*

## ACTIONNEURS : ECRANS À CRISTAUX LIQUIDES

### Fondement

Le principe de fonctionnement de l'écran à cristaux liquides ou visuel du type LCD (Liquid Cristal Display) est fondé sur l'opacité ou la transparence que l'on observe dans un cristal liquide quand il est soumis à l'action d'un champ électrique. Entre deux surfaces transparentes, on introduit un liquide de cristal comme milieu indicateur. Le liquide doit contenir des substances organiques, à savoir, celles qui sont appelées cristaux liquides. Par l'intermédiaire d'électrodes appliquées sur les deux surfaces, on peut créer un champ électrique influant sur la perméabilité lumineuse du liquide, c'est-à-dire, sur le passage plus ou moins important de lumière. Si l'on donne à ces électrodes une forme précise, elles peuvent représenter

n'importe quel symbole.

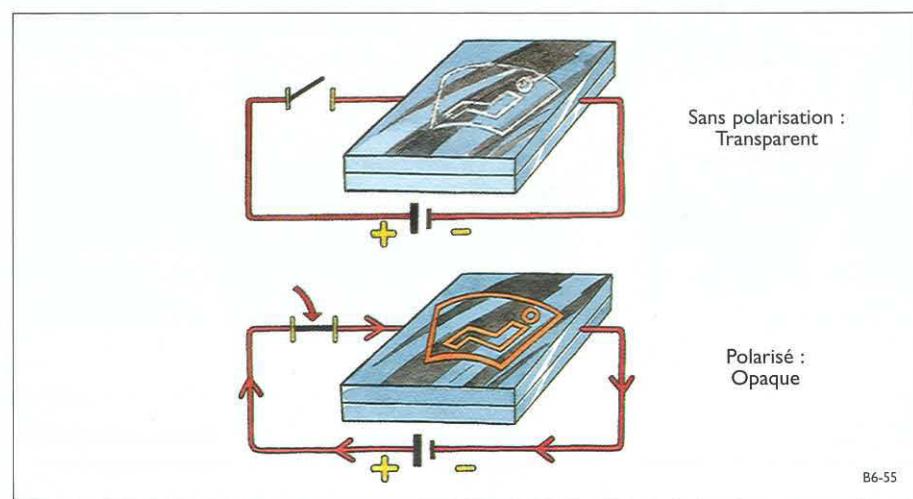
Grâce à quoi un écran peut, à travers une matrice de points, représenter tout symbole, graphique ou caractère, en devenant ainsi un excellent moyen de communication visuel.

Pour son fonctionnement, l'écran requiert une électronique de contrôle qui lui soit propre.

### Applications

#### • Ecran du tableau de bord

La principale application de l'écran correspond à celle d'indicateur de données sur le tableau de bord. Un seul écran peut montrer diverses indications simultanément tout en servant de moniteur pouvant permettre de visualiser d'autres données qui peuvent être emmagasinées dans la mémoire.



On peut concevoir des écrans comportant diverses sortes d'information ainsi que différents symboles explicatifs. L'écran est intégré dans un tableau de bord ou bien fait partie d'une unité de conduite, comme par exemple le Climatronic, dans lequel celui-ci montre la fonction programmée de chaque touche et l'état de la fonction sélectionnée.

#### • Rétroviseur antiéblouissant automatique

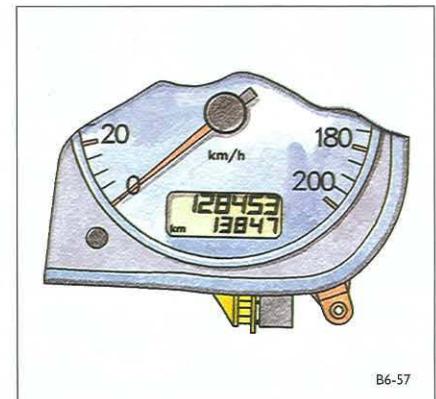
Ce miroir rétroviseur spécial comprend une électronique de contrôle et l'élément du miroir. L'élément du miroir dispose d'une charge de gel électrochimique (semblable au cristal liquide) situé entre la glace du miroir et un verre transparent. Le gel se

trouve entre deux couches conductrices et en l'absence de tension, il est transparent. Quand le véhicule est atteint par un rayon lumineux venant de l'arrière, celui-ci est détecté par un photocapteur et l'électronique applique une tension aux plaques conductrices qui, en polarisant le gel, le rendent opaque. En fonction du degré d'éblouissement, le gel deviendra de plus en plus foncé, en évitant ainsi l'effet éblouissant.

#### Autres applications

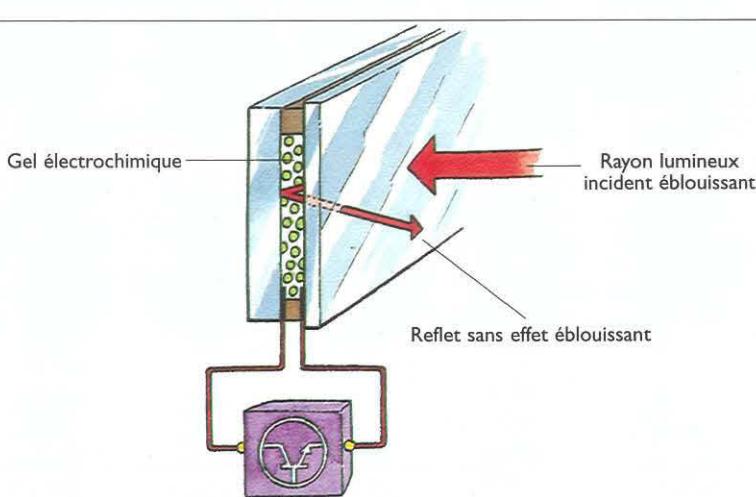
Comme il existe un grand nombre d'applications qui impliquent un écran, nous en donnerons juste quelques exemples :

- Equipement de radio.
- Montres horaires.
- Ecrans de systèmes de navigation.



B6-57

Ecran indicateur de données sur le tableau de bord.



Miroir rétroviseur antiéblouissant.

*“L’unité de Contrôle électronique réunit les circuits et les composants électroniques capables d’exécuter des opérations logiques. Ce qui constitue la base des systèmes de gestion du moteur et de bien d’autres applications dites «intelligentes».”*

# UNITÉ DE CONTRÔLE : TECHNIQUES NUMÉRIQUES

## LOGIQUE DE BOOLE

Au milieu du XIXe siècle, le philosophe et mathématicien George Boole développa une théorie mathématique complètement différente de celle qu’on connaît alors et dont la diffusion a servi de base aux ordinateurs modernes. La théorie de Boole, également connue comme algèbre logique ou binaire, est un système mathématique employé dans la conception de circuits logiques. Seuls sont envisagés deux états possibles : vrai-faux; allumé-éteint; 1-0, etc. Ainsi par exemple, sous l’angle de ses deux états seuls possibles, une lampe peut être allumée ou éteinte; un relais, excité ou désactivé et un transistor, conduisant ou bloqué.

## Analogique et numérique

Les termes numérique et analogique sont opposés puisque numérique signifie quelque chose dont la modification se fait sous forme échelonnée, avec des incrémentations précis et clairement définis, alors que le terme analogique exprime quelque chose de variation continue. Par exemple : régler la brillance d’une lampe peut se réaliser de deux façons différentes :

**Analogique** : au moyen d’un potentiomètre en série, à même de limiter l’intensité et donc le voltage

d’alimentation, la lampe reçoit ainsi une tension réglée de manière continue.

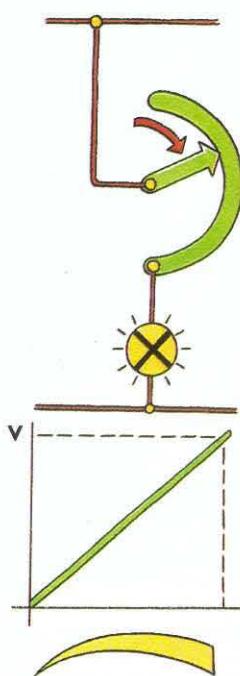
**Numérique** : par la sélection d’une valeur préfixée, de sorte que la tension d’alimentation de la lampe est réglée à travers divers points définis auparavant, ce qui permet d’obtenir un contrôle incrémentiel.

L’électronique dite **analogique** utilise des signaux de voltage dont la grandeur varie en fonction du temps et l’on se sert de composants et de “chips” qui fonctionnent conformément à ces caractéristiques : ils amplifient ou atténuent les signaux électriques.

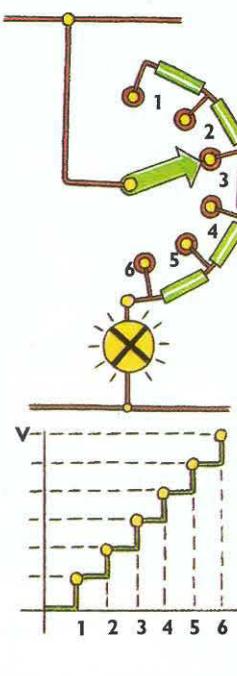
L’électronique **numérique** emploie des “chips” qui fonctionnent avec des signaux numériques; ces signaux sont fondés sur l’emploi d’impulsions électriques pouvant varier en largeur et en fréquence.

S’il est important de travailler avec des impulsions, c’est qu’il est possible de transmettre de l’information de façon “binaire” (seuls deux états possibles : 0 et 1), ce qui est à l’origine de la technique numérique et constitue le fondement de la “logique” électronique.

### FONCTIONNEMENT ANALOGIQUE



### FONCTIONNEMENT NUMÉRIQUE



Position de la commande

Position de la commande

## Système binaire

Le système binaire est une forme de codage; de même que le code Morse, c’est une méthode pour coder des mots avec juste deux signaux, le système binaire utilise deux

“symboles” qui, dans ce cas, sont appelés états ou niveaux électriques de tension : haut voltage ou un, bas voltage ou zéro.

Le code binaire peut se transformer facilement en une succession de zéros et d’uns pouvant ensuite être représentée dans tout nombre décimal.

Les circuits électroniques numériques

emmagasinent et transportent de l’information sous forme de nombres codifiés en binaire et il suffit de deux nombres pour exprimer n’importe quelle grandeur. Pour chaque nombre décimal, on peut calculer son équivalent en nombre binaire, il existe donc un rapport entre la logique numérique et les mathématiques.

Nombre décimal	Nombre binaire				
	16	8	4	2	1
1					1
2				1	0
3			1		1
4			1	0	0
5			1	0	1
6			1	1	0
7			1	1	1

Poids de chaque bit

Bit significatif

#### Conversion de binaire à décimal

La table suivante montre divers nombres binaires et leur équivalence en décimal.

Chaque zéro ou un est appelé “bit” et un nombre déterminé de bits forme un mot. La position qu’occupe chaque bit (nombre binaire) a un “poids” spécifique précis. Ainsi le premier bit de la droite représente le 1; le deuxième bit, le 2; le troisième, le 4; le cinquième, le 8; le sixième, le 16, etc.

dividende	quotient	reste	
21:2	= 10	1(e)	
10:2	= 5	0(d)	
5:2	= 2	1(c)	
2:2	= 1(a)	0(b)	

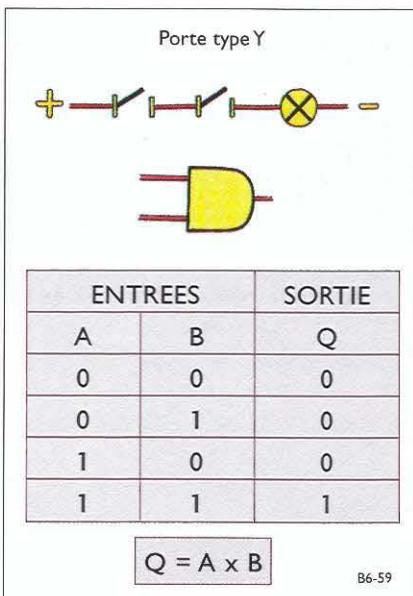
ordre	a	b	c	d	e
	1	0	1	0	1

#### Conversion de décimal à binaire

Pour la conversion de tout nombre décimal à binaire, il faut le diviser par 2 jusqu’à ce que cela soit impossible : le nombre de base 2 est l’ensemble formé par tous les restes des divisions, plus le dernier quotient. Cet ordre d’obtention correspond à l’ordre de bits d’un poids spécifique moindre jusqu’à plus important. L’exemple montre comment on obtient le nombre binaire de 21 : après divisions successives par 2, le nombre est 10101.

*“En électronique, quand à partir de deux entrées d’information, il faut prendre une décision, on utilise des circuits connus sous le nom de «portes logiques». La combinaison de portes de différent type correspond au principe des microprocesseurs et des mémoires.”*

## UNITÉ DE CONTRÔLE : PORTES LOGIQUES



### Principes fondamentaux

Les portes logiques sont à l’origine de la logique dite électronique, qui se base sur le fait que toute information ou prise de décisions peut se communiquer avec juste deux mots, “oui” et “non”, c’est-à-dire, au moyen d’un code binaire, puisque tout problème logique se résume en une série de questions enchaînées offrant seulement deux réponses : “oui” ou “non”.

Les portes sont des composants essentiels dans les systèmes numériques, grâce à elles, on fabriquera des mémoires et des microprocesseurs. Elles opèrent avec des nombres binaires et tous les circuits numériques sont élaborés à l’aide de trois types de portes logiques :

- Portes Y.
- Portes O.

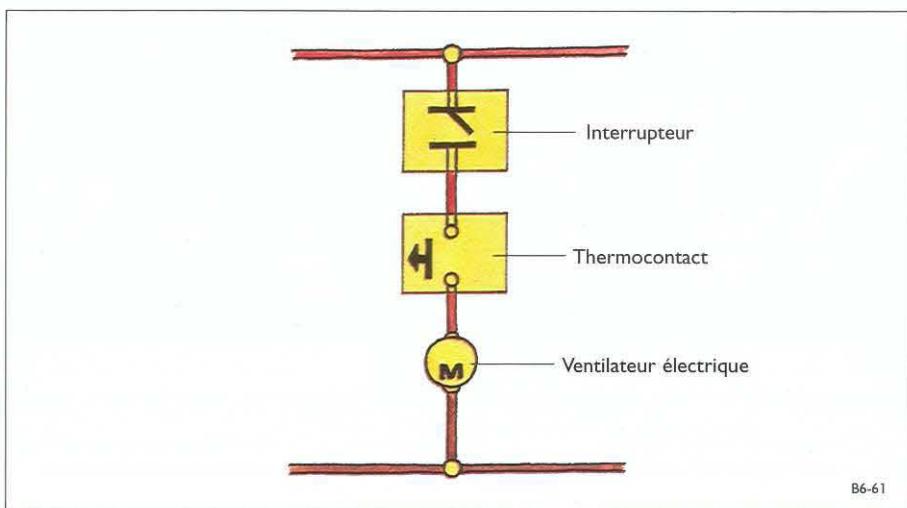
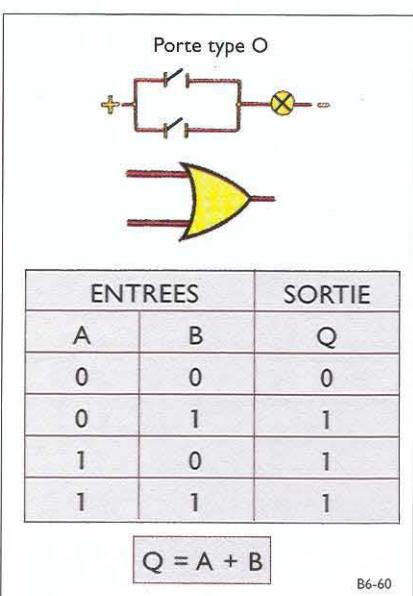
#### • Portes NO.

Bien qu’elles soient généralement construites avec des transistors et des diodes, leur fonctionnement ressemble à la combinaison de commutateurs ou de relais montés en série ou en parallèle. Les portes possèdent des entrées et des sorties. La valeur prise par la sortie dépend complètement du signal appliqué à l’entrée.

#### • Porte type Y (AND)

La porte type Y est dite de “tout ou rien”. La première figure représente un circuit de type Y, ainsi que le symbole correspondant. Les entrées (A et B) sont représentées par des interrupteurs, la sortie (Q) étant une lampe.

La table de vérité montre toutes les combinaisons possibles que peut prendre la sortie Q selon



**Exemple de contrôle à l'aide d'un circuit Y**  
 L'actionnement du ventilateur du radiateur par un thermocontact monté en série avec l'interrupteur général. Celui-ci ne fonctionnera que quand ces deux éléments seront en connexion.

l'état des entrées A et B.

On se sert du un (1) pour indiquer qu'un circuit 1 est fermé ou activé (lampe allumée) et d'un zéro (0) pour indiquer que le circuit est fermé ou désactivé (lampe éteinte).

#### • Porte type O (OR)

La porte dite de type O offre une sortie (Q) haute si l'une quelconque des entrées (A et B) ou toutes les deux sont hautes. Sur la deuxième figure (page précédente) figure le circuit O formé d'interrupteurs, on peut voir que la lampe s'allumera quand n'importe quel interrupteur sera connecté (1).

Comme exemple, on pourrait prendre celui de l'allumage d'une lampe à partir de différents interrupteurs, comme dans le cas de l'éclairage à l'intérieur de l'habitacle, qui s'allume lorsqu'on ouvre

n'importe quelle porte. Le schéma de la figure représente le circuit de l'éclairage intérieur. L'ouverture de l'une des portes actionne un poussoir (F) qui ferme le circuit de l'alimentation de la lampe (W).

#### • Porte type NO (NOT)

Les portes NO, aussi appelées d'inversion n'ont qu'une entrée et une sortie, laquelle acquiert l'état inverse de l'entrée, à savoir que leur sortie est toujours d'une valeur contraire à celle de l'entrée. Par exemple, si l'entrée est 1, la sortie sera 0 et vice-versa.

Les portes de type NO sont utilisées en association avec les autres portes, de façon à obtenir de nouvelles portes, comme les NO-Y et les NO-O, avec leurs propres expressions mathématiques et leurs tables de vérité qui permettent d'effectuer des opérations logiques complexes.

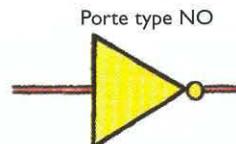
## EN PROFONDEUR

### Définition de termes

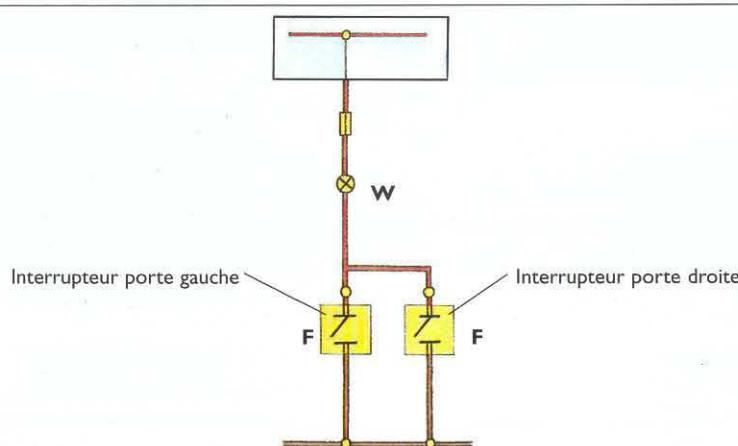
La plus petite unité d'information, celle qui ne peut avoir que deux valeurs 1 ou 0, est le bit. Son nom provient de la contraction en anglais de "binary digit", nombre binaire.

L'unité de base d'information qui sert pour les opérations des ordinateurs est le byte (1), qui équivaut à huit bits. A l'aide des bytes, on peut représenter un caractère ou un mot. Les ordinateurs actuels emploient des mots de 32 et 64 bits.

(1) Le mot byte signifie en anglais un octet, c'est-à-dire, l'ensemble de huit éléments.



ENTREE	SORTIE
0	1
1	0

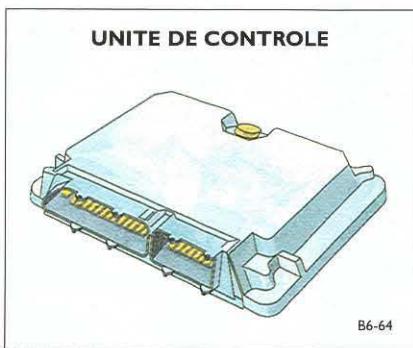


### Exemple de contrôle à l'aide d'un circuit O

L'allumage de l'éclairage du miroir de courtoisie peut se faire à partir de plusieurs interrupteurs. Chacun d'entre eux provoque l'allumage de l'éclairage.

*“Le cœur de l’Unité de Contrôle électronique se compose d’une série de circuits intégrés : le microprocesseur, la mémoire du programme, la mémoire de données et les circuits qui contrôlent l’entrée et la sortie.”*

## UNITÉ DE CONTRÔLE : STRUCTURE INTERNE

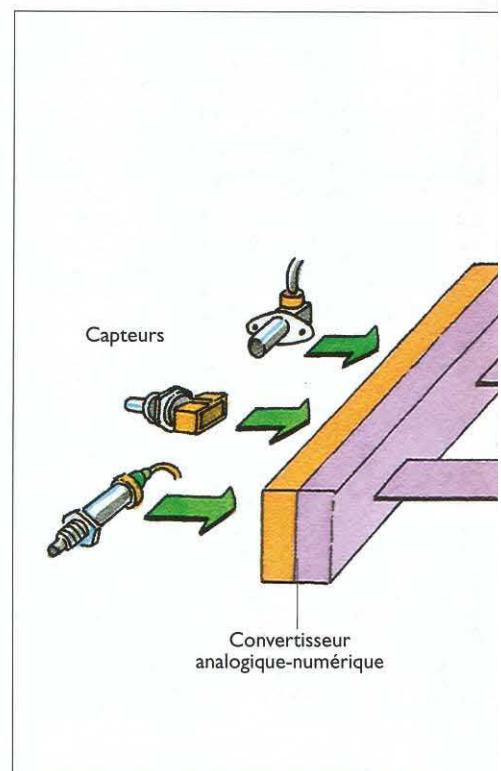


### Microprocesseur

A l’intérieur de l’Unité de Contrôle, se trouve le microprocesseur, ensemble de dispositifs semi-conducteurs encapsulés dans un seul chip, dont la fonction est d’évaluer des données et des signaux externes et en fonction de ceux-ci de générer un ensemble de données et de signaux qui parviennent à l’extérieur. Cette tâche est nommée traitement de données et pour “savoir” ce qu’il doit en faire, il faut un “programme” qui l’informe à chaque instant sur la façon, le moment et le lieu d’action. Le programme se compose d’une série d’ordres ou d’instructions écrites dans un langage que la machine puisse comprendre (langage de programmation) et qui se trouve “mémorisée” dans un endroit à l’abri de toute éventualité d’effacement. La mémoire où se trouvent les instructions de base mettant en marche le microordinateur, s’appelle **mémoire ROM**, mémoire de lecture seulement.

Mais le microprocesseur requiert aussi une mémoire où emmagasiner temporairement les données, où enregistrer les données transmises par les sondes et charger le programme de travail pour y exécuter les instructions; c’est la **mémoire RAM**, mémoire de lecture et d’écriture, pouvant être effacée (c’est ici que seront conservés les codes de panne).

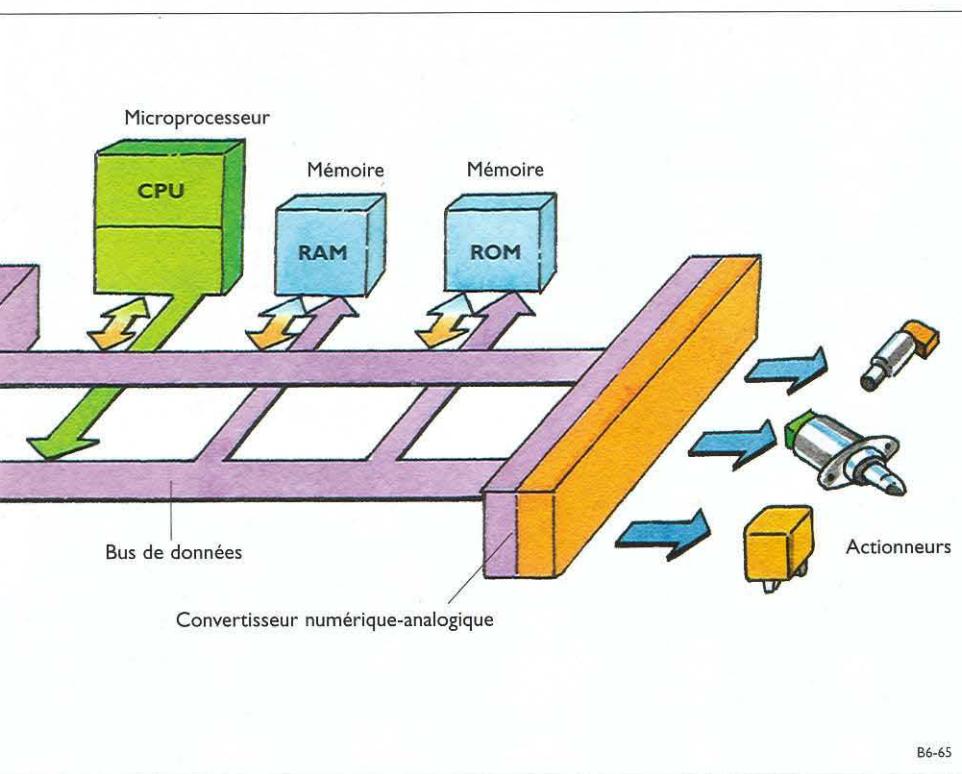
Le programme est différent pour chaque système de contrôle du



microprocesseur; ainsi, dans un système de freinage ABS, il faut pour que celui-ci fonctionne, un programme spécifique qui manipulera des grandeurs différentes de celles dont a besoin une Unité de Contrôle d’Injection électrique.

### Unité Centrale de Traitement (CPU)

A l’intérieur du microprocesseur se trouve la CPU (Central Processing Unit), qui est le cerveau du système. Elle remplit deux fonctions : traiter les données et coordonner les activités de tous les systèmes. A l’intérieur de l’Unité de Contrôle se trouve également le bus de



*L'information entre à travers une interface formée du convertisseur analogique numériques, elle passe par les bus au microprocesseur et aux mémoires, où elle est traitée et elle ressort au convertisseur analogique numérique pour activer les actionneurs correspondants.*

données et l'interface d'entrée et de sortie.

## Bus de données

Le bus de données correspond à des lignes collectives où circule l'information provenant des sondes vers le microprocesseur et de là vers les étapes finales de puissance. Il met en communication la CPU avec les modules dont celle-ci a la gestion.

## Interfaces entrée/sortie

Ce sont des circuits intégrés servant à la communication avec les capteurs et les actionneurs connectés autour de l'Unité de Contrôle; c'est ici que

se trouvent les convertisseurs analogiques-numériques et vice-versa.

### • Convertisseur analogique-numérique et numérique-analogique

Le convertisseur **analogique-numérique** a pour mission de transformer les signaux d'entrée de type analogique en impulsions numériques.

Les impulsions numériques transmises au microprocesseur serviront à élaborer les ordres de sortie qui seront transmis vers le convertisseur **numérique-analogique** et de là à mettre en mouvement l'actionneur correspondant avec un signal analogique.

# EXERCICES D'AUTOÉVALUATION

Les exercices suivants figurent comme épreuve d'autoévaluation et ils vous serviront à savoir quel degré de compréhension vous avez de ce cahier didactique.

Pour certaines questions, il se peut qu'il y ait plus d'une réponse correcte.

Les différentes questions sont réparties en trois grands groupes, afin de pouvoir déterminer l'apprentissage selon les thèmes. Les exercices une fois terminés, il faut compter le nombre de réponses correctes par groupe.

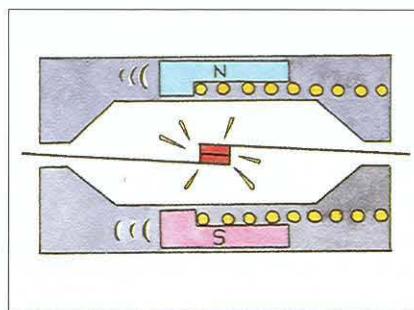
Si l'on n'atteint pas le nombre de réponses correctes qui est indiqué pour chaque paragraphe, il faut réviser le paragraphe correspondant.

## 1<sup>o</sup> CAPTEURS

1. Transmetteur de régime	A. Effet piézoélectrique
2. Transmetteur d'accélération transversale	B. Effet thermoélectrique
3. Transmetteur de niveau de liquide réfrigérant	C. Effet magnétique
4. Transmetteur de température	D. Effet photovoltaïque
5. Transmetteur de pression dans le collecteur	E. Conductivité électrique
6. Capteur de radiation solaire	F. Effet Hall

**1. Mettez en rapport les capteurs suivants avec l'effet qui leur sert de base.**

1.		4.
2.		5.
3.		6.

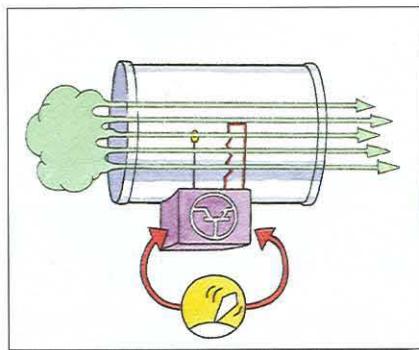


**2. Dans quel système de contrôle électronique peut-on trouver un contact de type "reed"?**

- A.** Injection d'essence.
- B.** Airbag.
- C.** ABS.

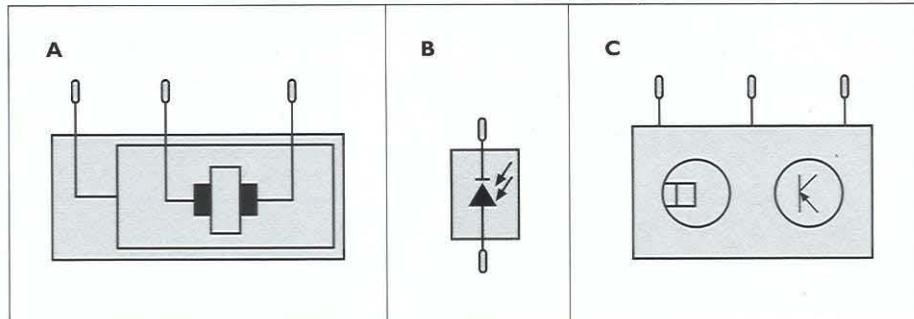
**3. Le mesureur de masse d'air par fil chaud a pour base une résistance de type :**

- A. NTC.
- B. LDR.
- C. PTC.



**4. A partir des symboles suivants, identifiez le capteur qui y correspond.**

A	
B	
C	



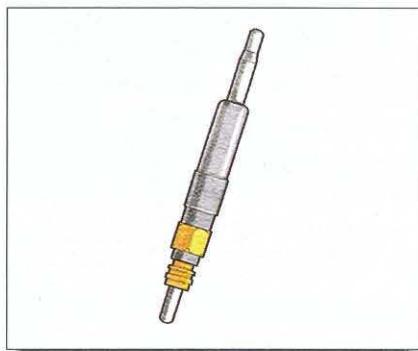
**5. Parmi les applications suivantes qui utilisent l'effet Hall, laquelle est fausse?**

- A. Mesureur d'accélération transversale.
- B. DéTECTEUR de champ magnétique dans des systèmes GPS.
- C. Mesureur de l'angle de rotation de la direction.
- D. DéTECTEUR de tours.
- E. Mesure du courant électrique.

#### RESULTATS OBTENUS

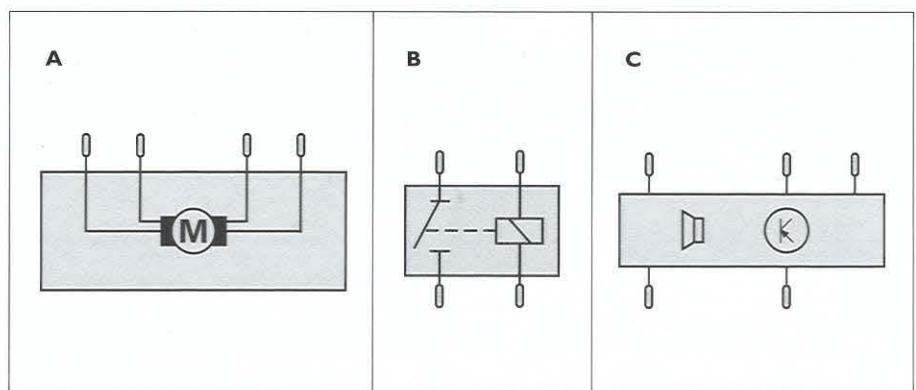
Réponses correctes	
Total réponses	5
Réponses nécessaires pour passer l'épreuve	4

## 2° ACTIONNEURS



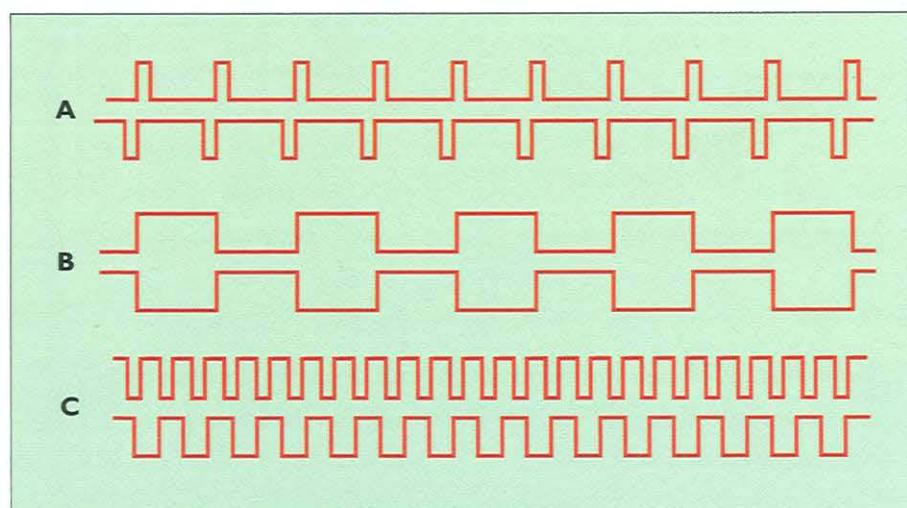
- 6.** Les bougies de préchauffage de type autoréglées travaillent comme une résistance dont la valeur, en s'échauffant :
- A.** Augmente.
  - B.** Diminue.
  - C.** Est interrompue.

- 7.** Déterminez à quel actionneur correspond chacun des symboles suivants :



<b>A</b>	
<b>B</b>	
<b>C</b>	

**8. Identifiez les deux signaux d'excitation qui correspondent à la position d'ouverture maximum et minimum d'une soupape stabilisatrice du ralenti à rotation limitée :**



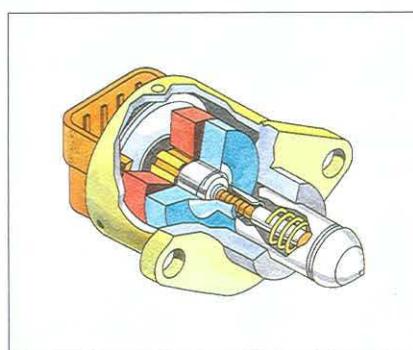
A

B

C

**9. Dans le moteur pas à pas, que produit le déplacement du rotor?**

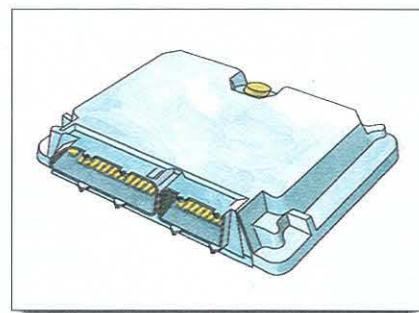
- A.** L'alimentation alternative des bobines.
- B.** L'alimentation simultanée des bobines.
- C.** L'alimentation parallèle des bobines.



**RESULTATS OBTENUS**

Réponses correctes	
Total réponses	4
Réponses nécessaires pour passer l'épreuve	3

### 3° UNITE DE CONTROLE

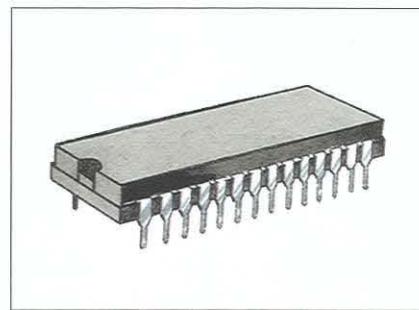


**10. Le terme contrôle numérique signifie que l'unité de commande fonctionne avec :**

- A.** Technique analogique.
- B.** Impulsions binaires.
- C.** Fréquence variable.

**11. Dans des systèmes numériques, quand à partir de deux ou plusieurs conditions, il faut prendre une décision, quels composants utilise-t-on?**

- A.** Portes logiques.
- B.** Microprocesseur.
- C.** Mémoire RAM.



**12. La différence fondamentale entre une Unité de Contrôle et une autre destinée à une application différente, se trouve dans :**

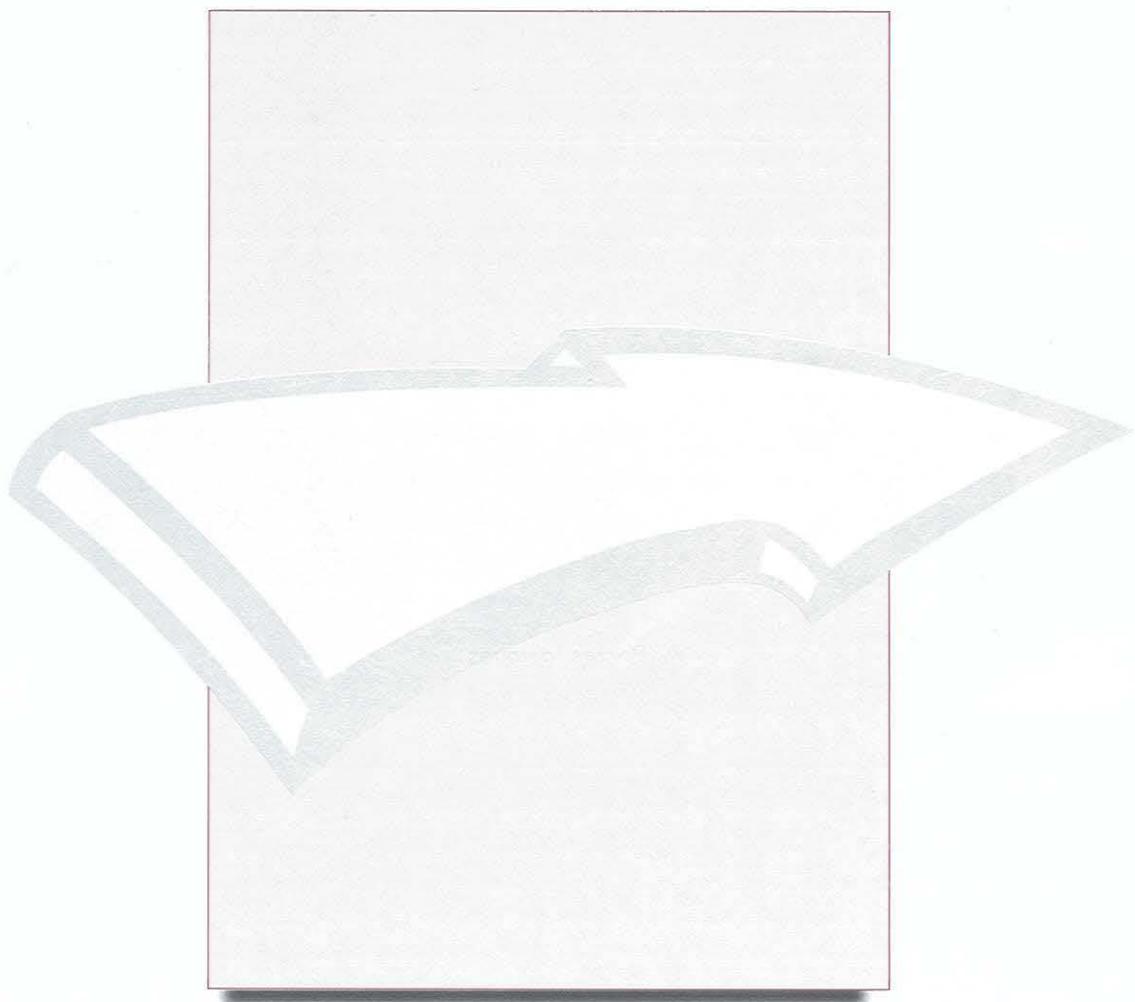
- A.** La mémoire RAM.
- B.** Le programme dans la mémoire RAM.
- C.** Le microprocesseur.

#### RESULTATS OBTENUS

Réponses correctes	
Total réponses	3
Réponses nécessaires pour passer l'épreuve	2

#### SOLUTIONS :

- 1 : I=C, 2=F, 3=E, 4=B, 5=A, 6=D, 2 : B, 3 : C, 4 : A=Capteur de cognement, B=Photocapteur, C=Capteur Hall, 5 : B, 6 : A, 7 : A=Moteur pas à pas, B=Réelais, C=Haut-parleur actif, 8 : A, 9 : A, 10 : B, 11 : A, 12 : B.





## SERVICE AU CLIENT Organisation de Service

Etat technique 09.97. En raison du développement constant et de l'amélioration du produit,  
les données qui y figurent peuvent faire l'objet de variations éventuelles.  
Ce cahier est réservé à l'usage exclusif de l'organisation commerciale SEAT.

ZSA 43807989006

FRA06CB

FEV. '98 90-06