

V.A.G Service.

Digifant dans le Transporter avec moteur à cylindres horizontaux opposés et refroidissement par eau.

Conception et fonctionnement.

Programme autodidactique N° 77.

V·A·G

Service Après-Vente.

Sommaire

-  **Digifant**
-  **Caractéristiques techniques**
-  **Le système**
-  **Fonctions des composants**
-  **Appareil de commande**
-  **Stabilisation du ralenti**
-  **Composants pour la dépollution des gaz d'échappement**
-  **Allumage cartographique transistorisé**

Digifant

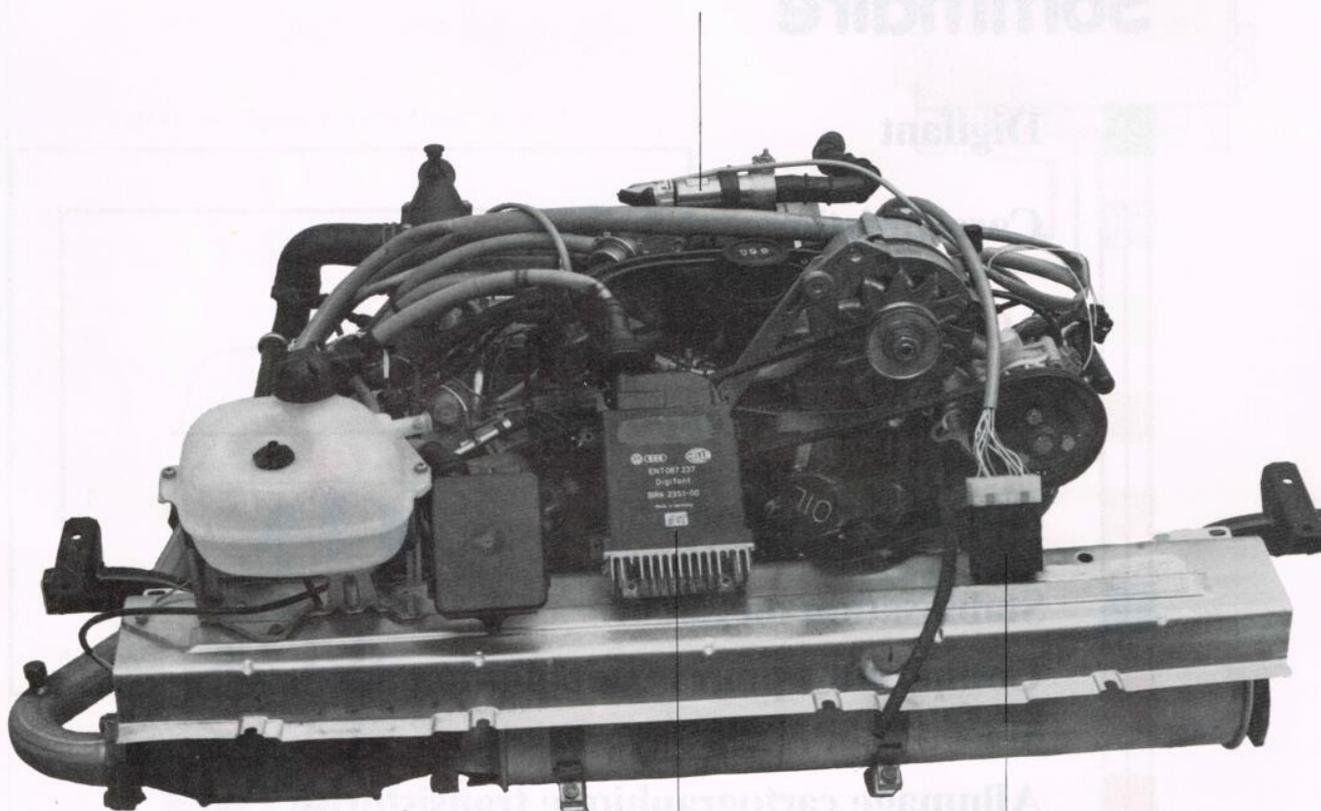
Le digifant est un système conçu sur la base de l'injection Digijet et de l'allumage Dignition.

La commande combinée de l'injection et de l'allumage offre des avantages substantiels par rapport à la commande séparée de ces deux systèmes.

Ces avantages prennent toute leur importance aux états de fonctionnement dynamiques, tels que l'accélération, la coupure d'alimentation en décélération, le départ à froid et le réchauffement.

Chaque cylindre est équipé d'un injecteur électromagnétique dont les durées d'ouverture sont déterminées par l'appareil de commande électronique.

Soupape de stabilisation du ralenti



Appareil de commande/
Digifant

Appareil de commande/
stabilisation du ralenti

Les avantages:

- Détermination précise du point d'allumage
- Amélioration du comportement au ralenti pour tous les états de fonctionnement
- Réduction de la consommation
- Dépollution des gaz d'échappement
- Augmentation de la puissance et du couple-moteur

Caractéristiques techniques

Moteur

Le moteur 2,1 l de 70 kW avec Digifant du type 2 a été conçu sur la base du système Digijet équipant le moteur 1,9 l du type 2 et du système Dignition équipant le moteur 1,3 l du Coupé Polo.

Ses caractéristiques:

Lettres-repères:	MV
Cylindrée:	2109 cm ³
Puissance:	70 kW à 4800 tr/mn
Couple:	159 Nm à 3200 tr/mn
Compression:	9,0
Carburant:	91 RON
Point d'allumage:	5° avant PMH

Ce type de moteur équipé d'un catalyseur et de la régulation Lambda permet l'utilisation de carburant sans plomb.

Les instructions de contrôle et de réglage se trouvent dans les publications correspondantes du Service Après-Vente. Le contrôle des composants électroniques doit uniquement être effectué à l'aide d'une lampe-témoin à diode.

Le système

Ce système d'injection électronique repose sur le principe du débitmètre d'air.

Ce type de mesure offre l'avantage de fournir des paramètres de service dont la précision garantit un dosage exact de la quantité de carburant nécessaire et requise.

Le carburant

contenu dans le réservoir est aspiré par la pompe électrique, puis refoulé vers les injecteurs en empruntant une conduite annulaire. La pression du carburant est définie par le régulateur de pression. Un répartiteur de carburant est respectivement branché en amont de deux injecteurs.

L'air d'admission

est canalisé dans la tubulure d'admission du moteur et mesuré par le débitmètre d'air.

La stabilisation du ralenti

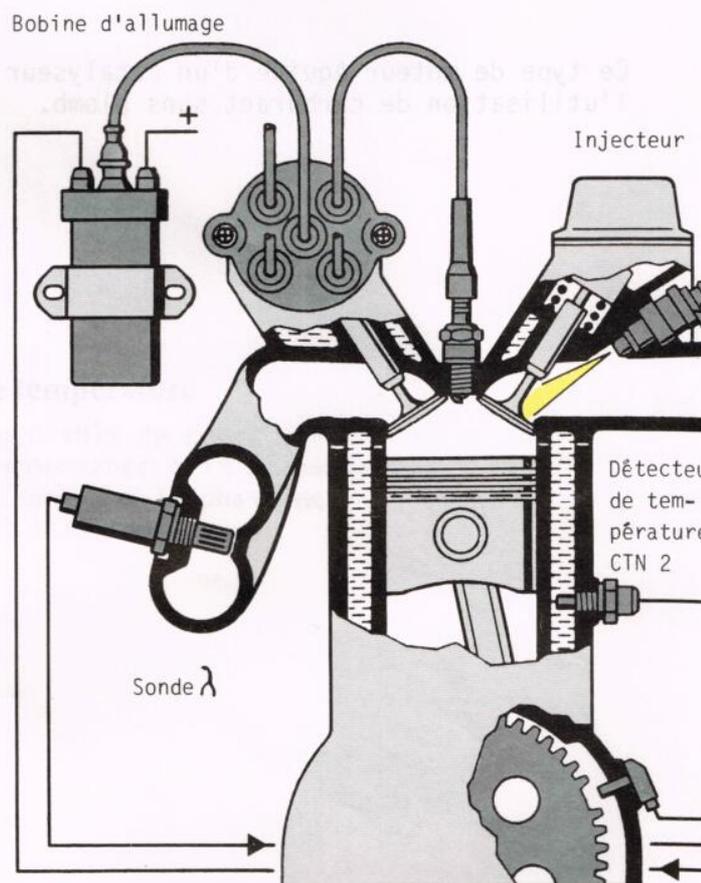
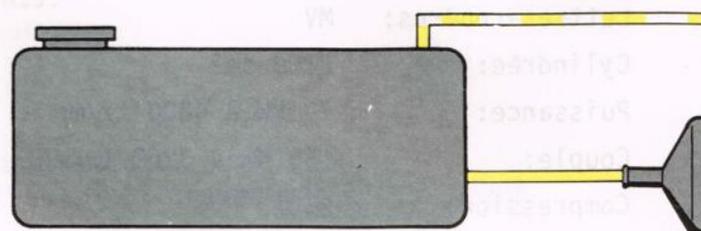
améliore, au régime de ralenti, le comportement du moteur froid ou ayant déjà atteint sa température de fonctionnement.

La commande électronique

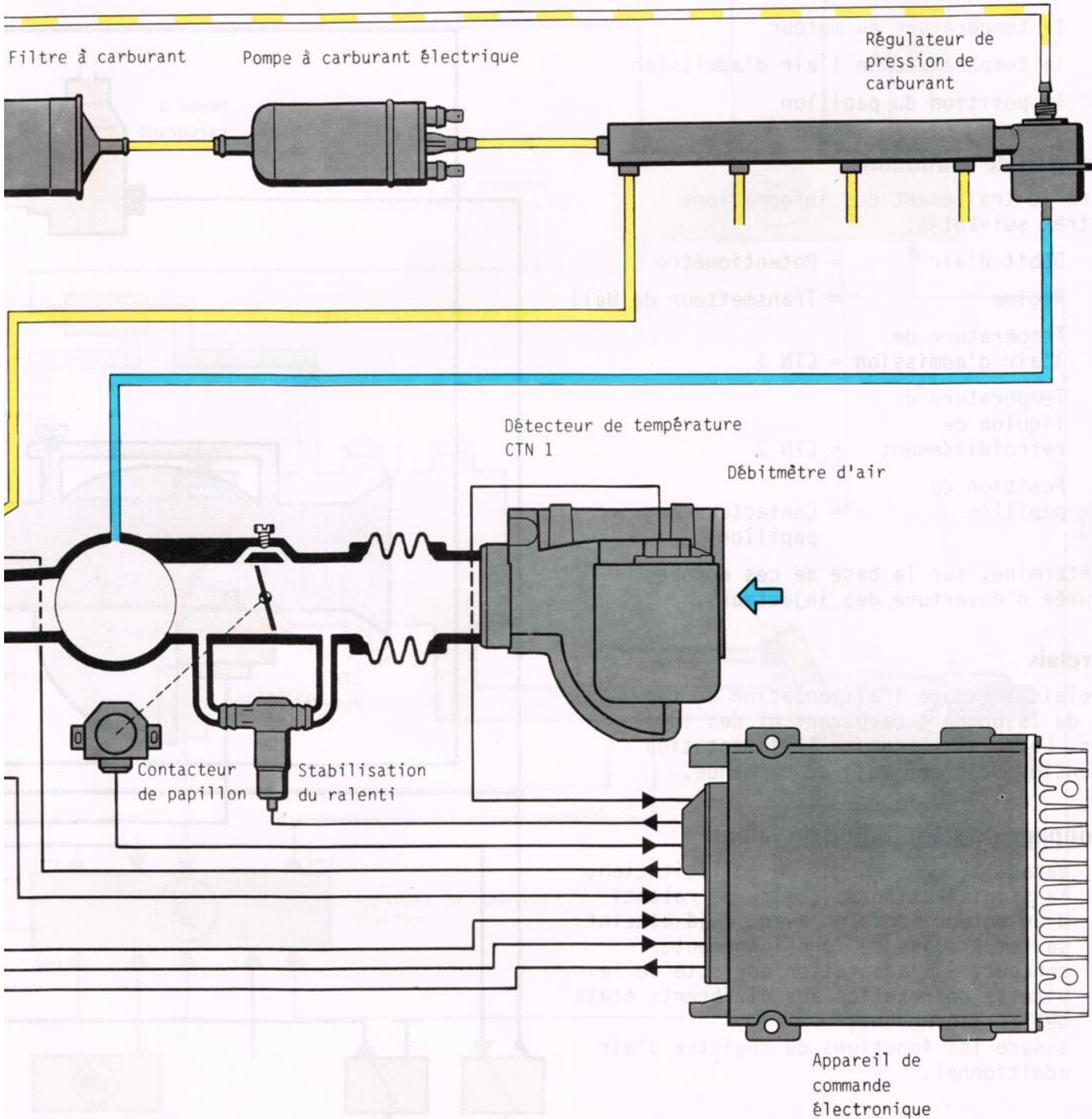
d'une part, régule la quantité de carburant injectée (durée d'ouverture des injecteurs) et, d'autre part, détermine le point d'allumage optimal pour tous les états de fonctionnement du moteur,

Le système d'échappement

assure, grâce au catalyseur et à la régulation Lambda, la dépollution des gaz d'échappement.



GOLF GTI



Le système

Le point d'allumage et la quantité de carburant convenant aux différents états de service du moteur sont calculés avec précision en référence à 5 paramètres principaux:

- le volume d'air aspiré
- le régime-moteur
- la température du moteur
- la température de l'air d'admission
- la position du papillon

L'appareil de commande

assure le traitement des informations d'entrée suivantes:

- Débit d'air = Potentiomètre
- Régime = Transmetteur de Hall
- Température de l'air d'admission = CTN 1
- Température du liquide de refroidissement = CTN 2
- Position du papillon = Contacteur de papillon

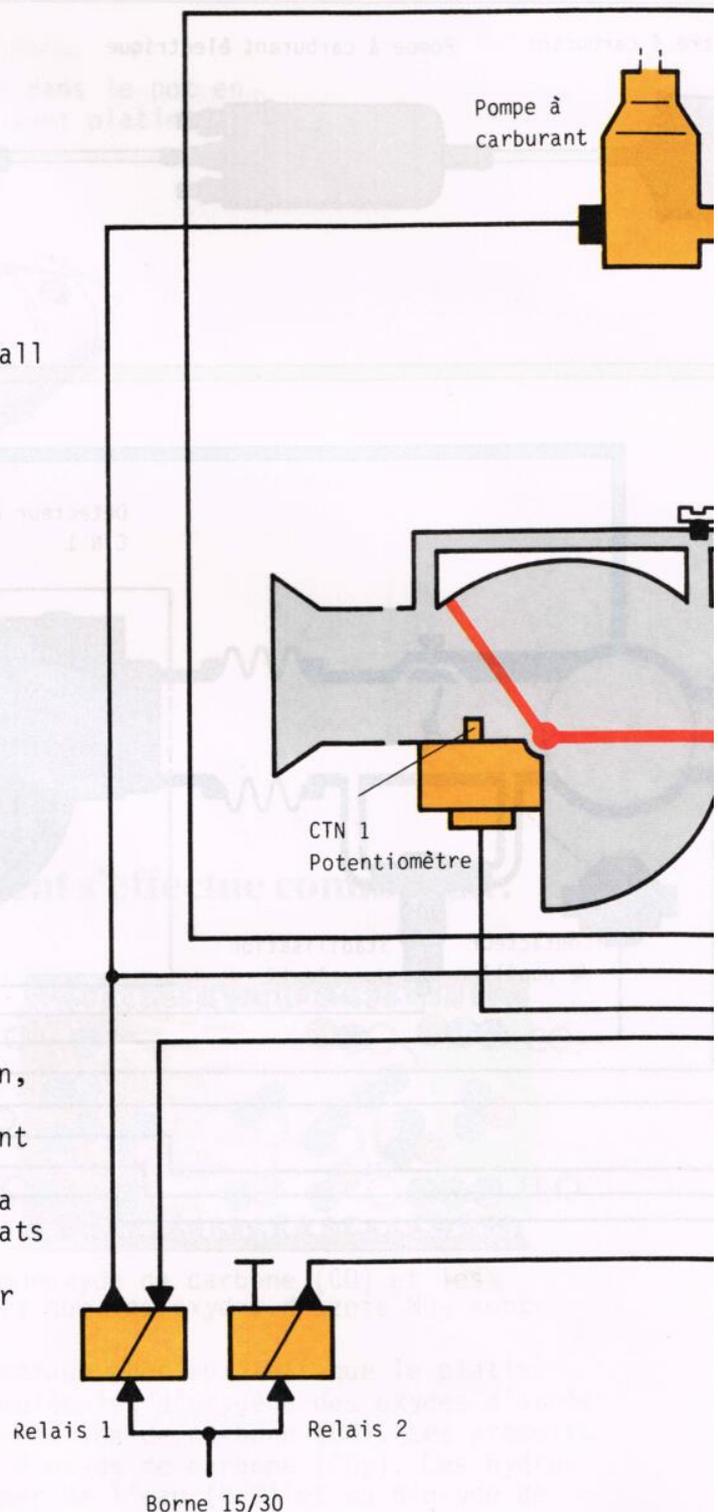
et détermine, sur la base de ces données, la durée d'ouverture des injecteurs.

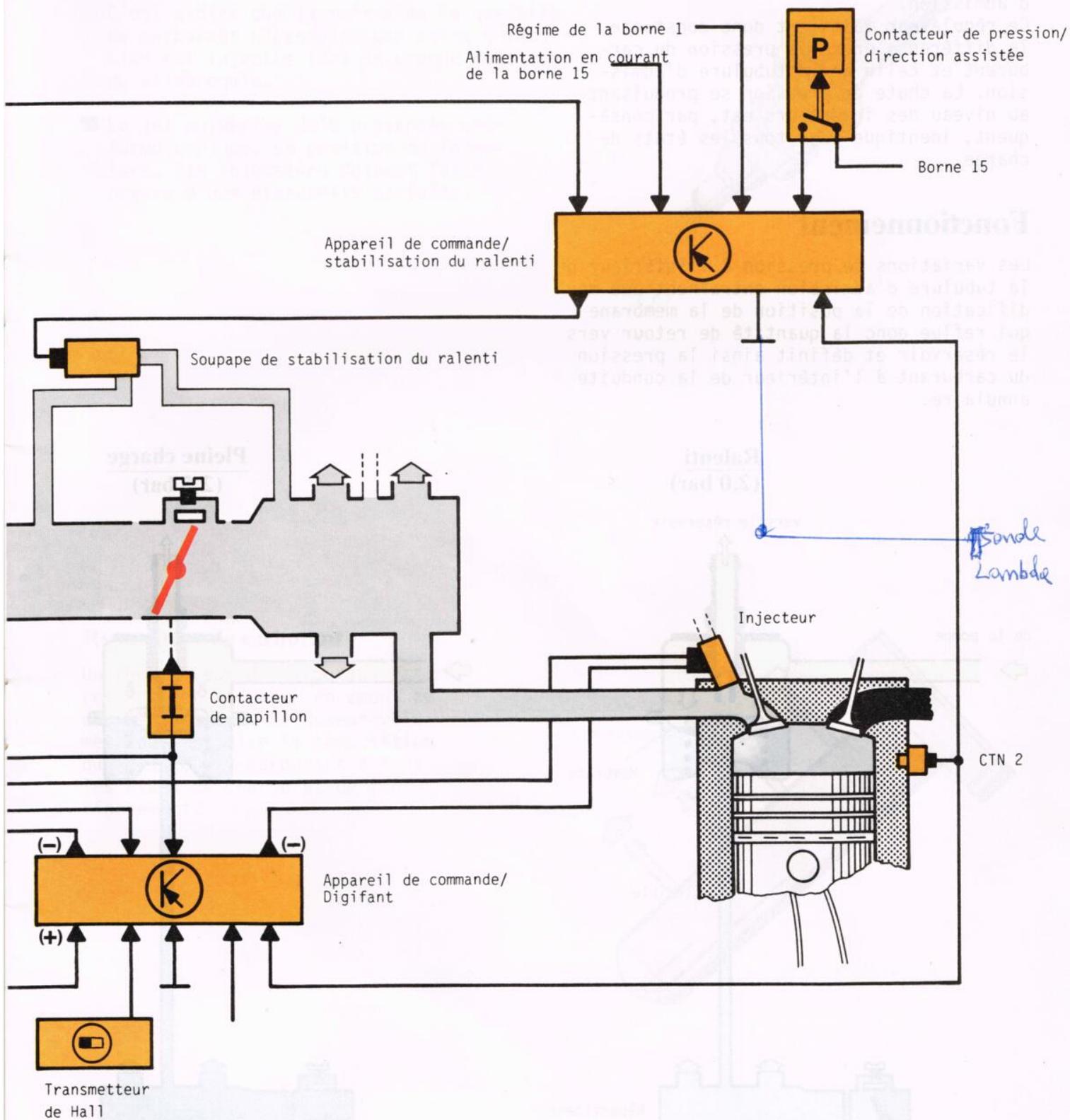
Les relais

Le relais 1 assure l'alimentation en tension de la pompe à carburant et des injecteurs. Le relais 2 assure l'alimentation en tension de l'appareil de commande.

La soupape de stabilisation du ralenti

- garantit, même en cas de sollicitation, la stabilisation du régime de ralenti d'un moteur froid ou ayant déjà atteint sa température de fonctionnement;
- concourt à l'adaptation correcte de la vitesse de rotation aux différents états de fonctionnement;
- assure les fonctions du registre d'air additionnel.





Fonctions des composants

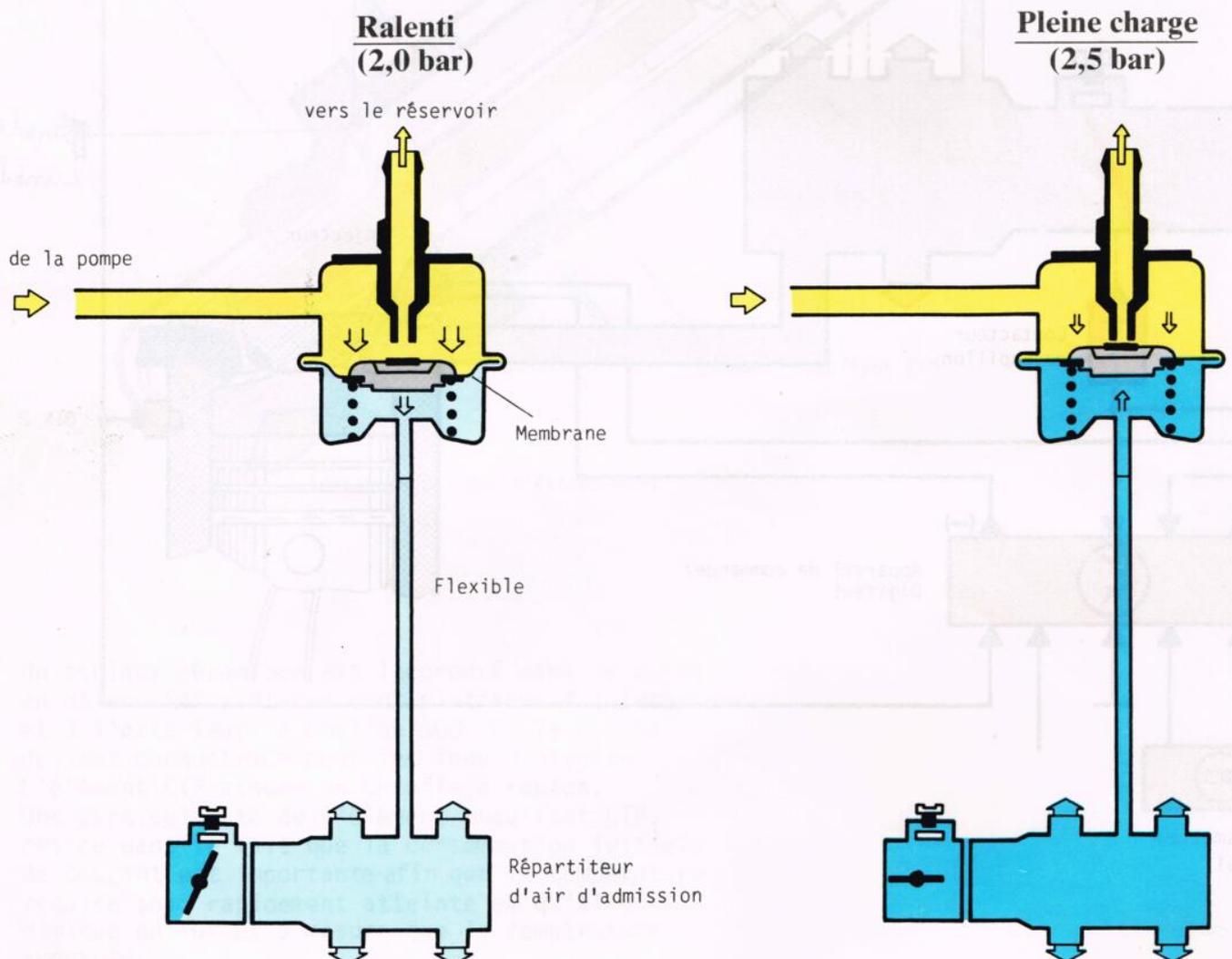
Régulateur de pression

Le régulateur de pression module la pression du carburant en fonction de la pression régnant dans la tubulure d'admission.

Ce régulateur maintient donc constante la différence entre la pression du carburant et celle de la tubulure d'admission. La chute de pression se produisant au niveau des injecteurs est, par conséquent, identique pour tous les états de charge.

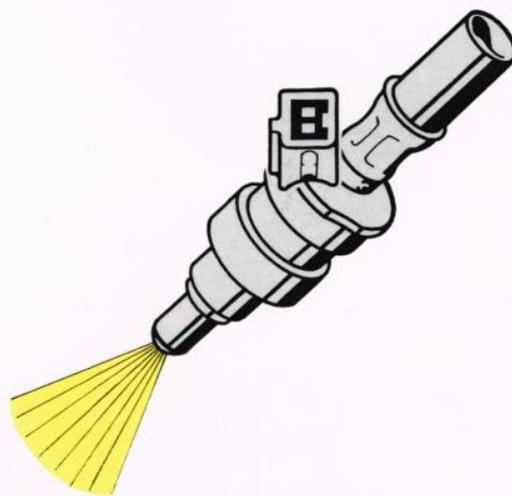
Fonctionnement

Les variations de pression à l'intérieur de la tubulure d'admission entraînent une modification de la position de la membrane qui reflue donc la quantité de retour vers le réservoir et définit ainsi la pression du carburant à l'intérieur de la conduite annulaire.



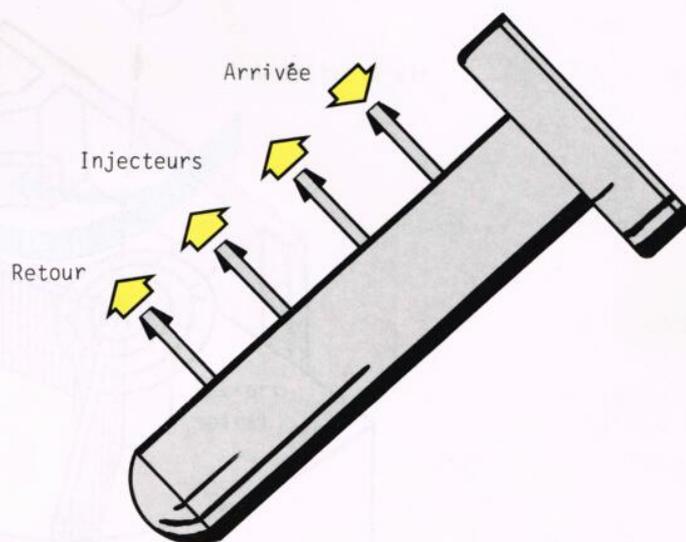
Injecteurs

- Les injecteurs pulvérisent le carburant par intermittence dans la tubulure d'admission.
C'est-à-dire que la moitié de la quantité de carburant nécessaire par cycle d'admission est injectée lors de chaque rotation du vilebrequin.
- Le jet pulvérisé doit présenter une forme conique. En position de fermeture, les injecteurs doivent faire preuve d'une étanchéité parfaite.



Répartiteur de carburant

Un répartiteur de carburant est respectivement monté en amont de deux injecteurs. Ce doseur volumétrique optimise la composition du mélange air-carburant à tous les états de charge et de fonctionnement.

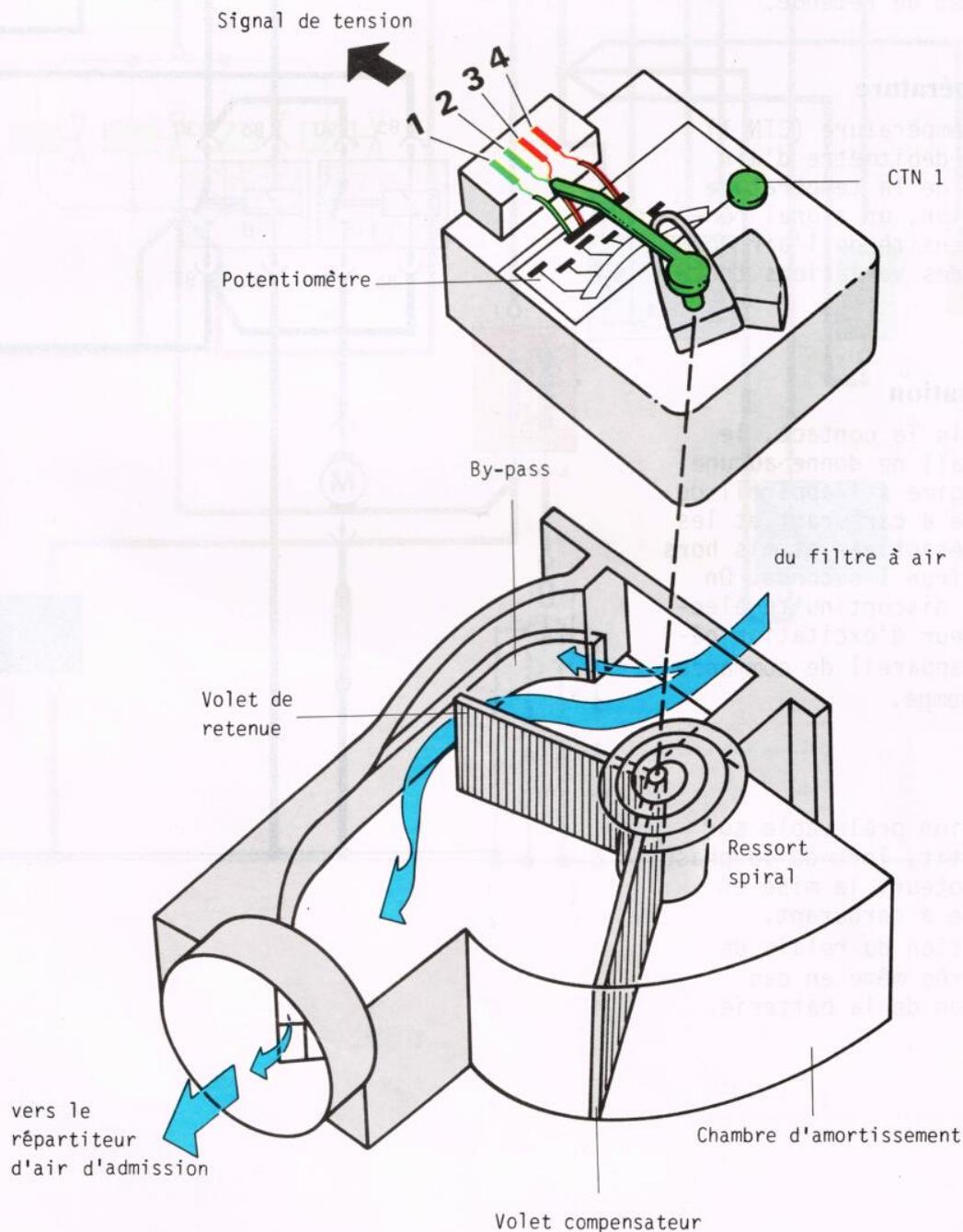


Fonctions des composants

Débitmètre d'air

Le débitmètre d'air transmet à l'appareil de commande des signaux de tension qui correspondent aux grandeurs suivantes:

- quantité d'air aspiré
- température de l'air d'admission



Fonctions des composants

Le fonctionnement est le suivant:

Le flux d'air d'admission ouvre le volet de retenue en agissant contre la résistance antagoniste du ressort spiral. Le mouvement de rotation du volet de retenue actionne un potentiomètre qui détermine la grandeur du signal de tension. Cette valeur ainsi que l'information relative à la vitesse de rotation constituent les principaux signaux d'entrée auxquels l'appareil de commande se réfère pour définir la durée d'injection. Le volet compensateur amortit les vibrations du volet de retenue.

Détecteur de température

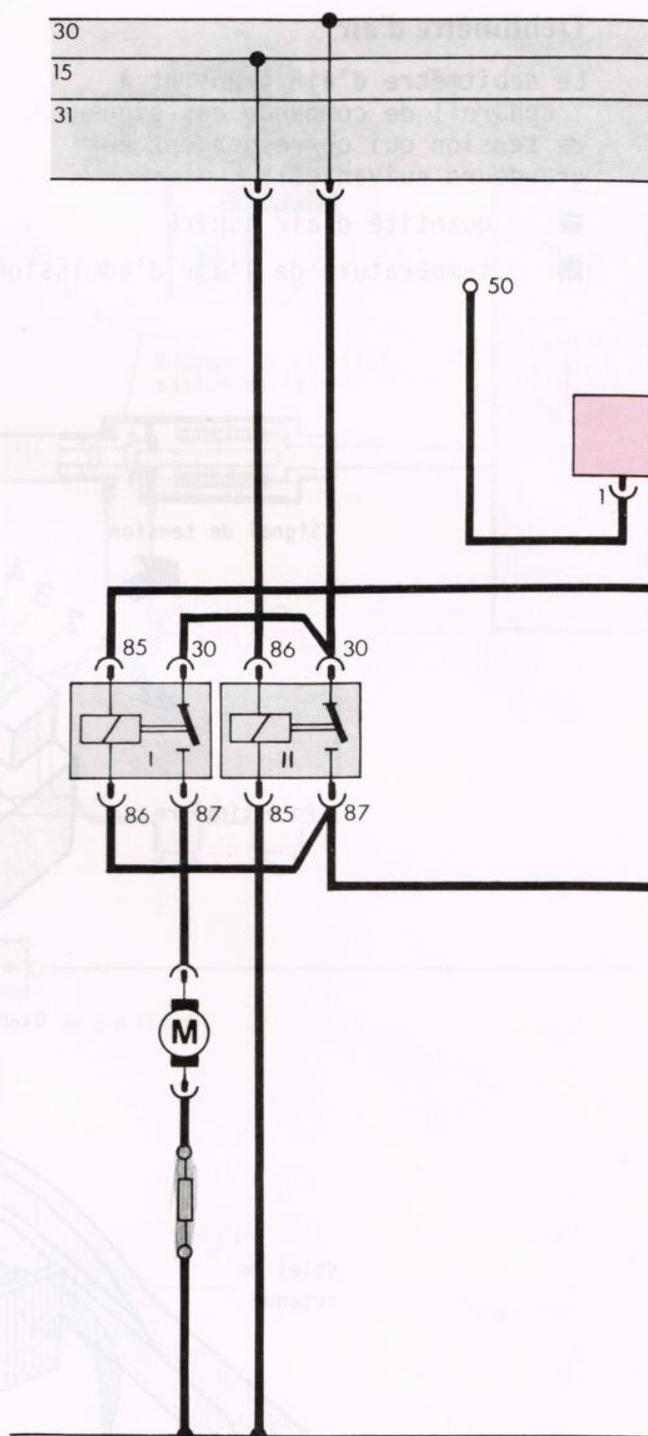
Le détecteur de température (CTN 1) incorporé dans le débitmètre d'air émet, en fonction de la température de l'air d'admission, un signal renseignant sur la densité de l'air dont la valeur dépend des variations thermiques.

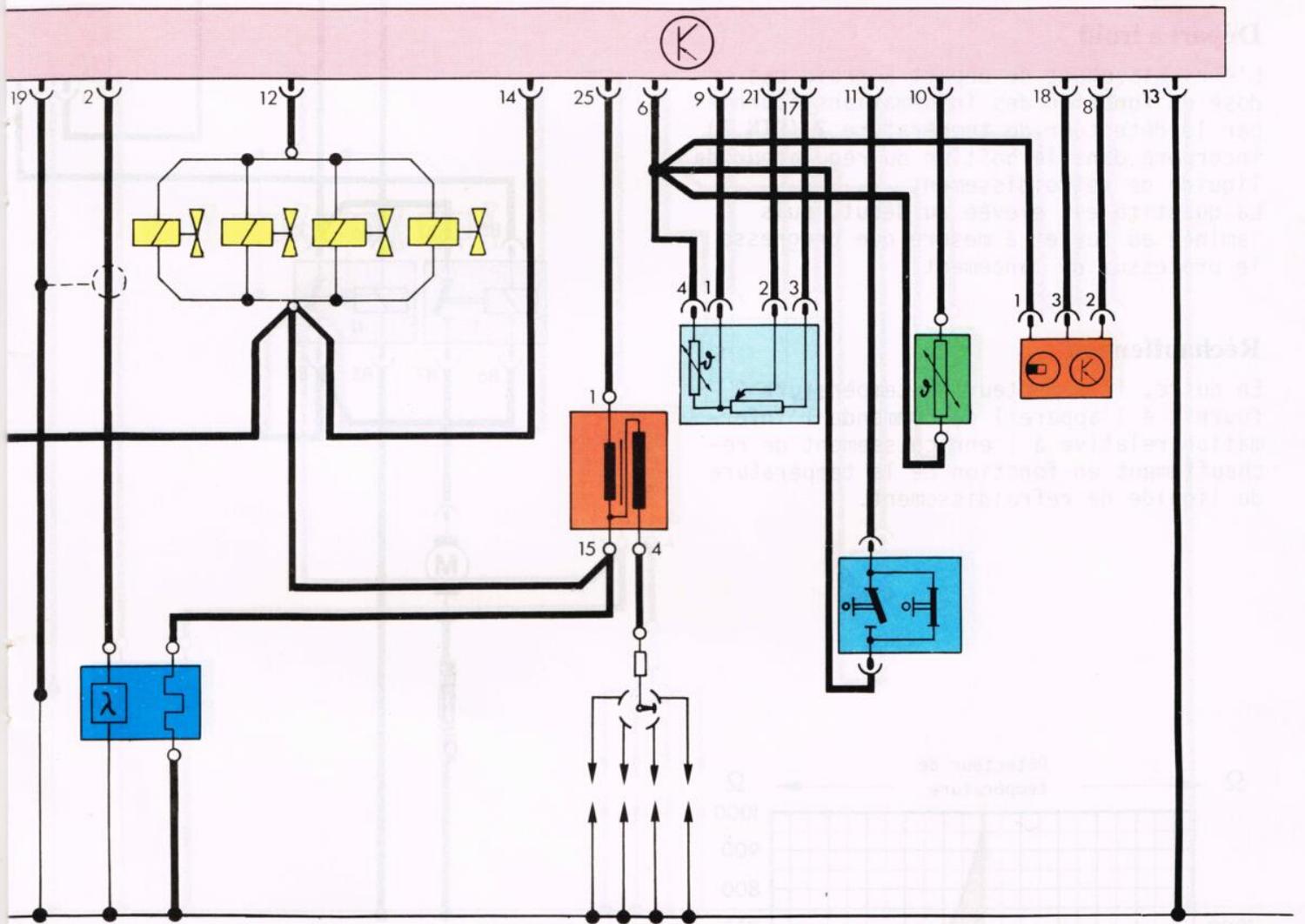
Circuit de désactivation

Si, après avoir mis le contact, le transmetteur de Hall ne donne aucune information de régime à l'appareil de commande, la pompe à carburant et les injecteurs sont désactivés et mis hors circuit après environ 1 seconde. On observe alors une discontinuité électrique du conducteur d'excitation négative reliant l'appareil de commande au relais de la pompe.

Borne 50

Le signal de tension prélevable sur la borne 50 garantit, lors de la phase de lancement du moteur, la mise en marche de la pompe à carburant. Ainsi, la commutation du relais de la pompe est assurée même en cas de chute de tension de la batterie.





Fonctions des composants

En plus des principaux paramètres fournis à l'entrée de l'appareil de commande par le débitmètre d'air et la vitesse de rotation du moteur, la durée d'injection est également influencée, voire corrigée par les grandeurs suivantes:

- enrichissement de départ à froid
- enrichissement de réchauffement
- enrichissement à pleine charge
- coupure d'alimentation en décélération

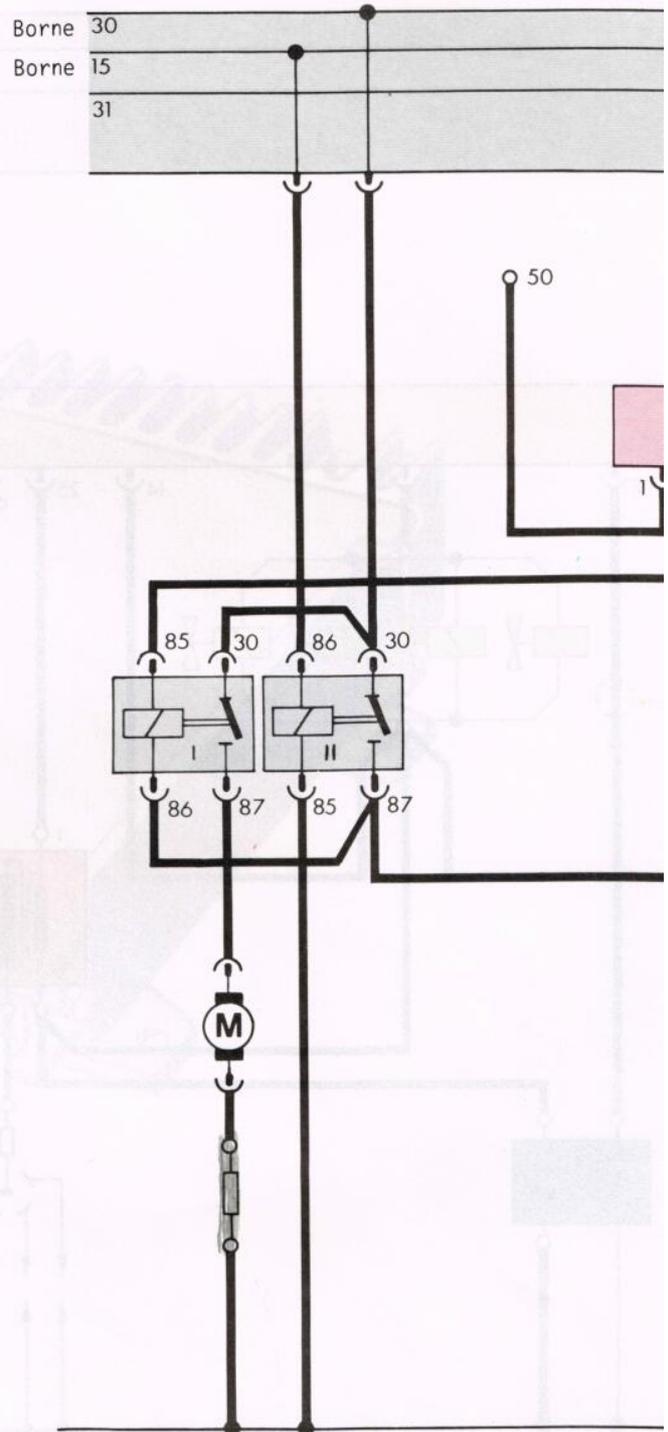
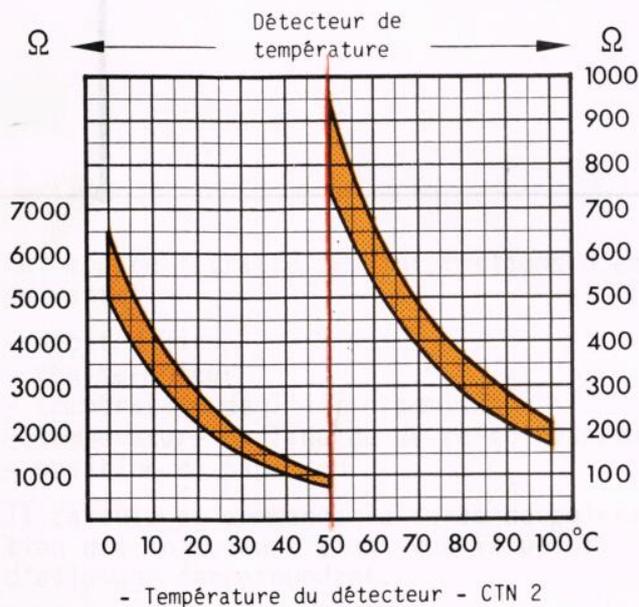
Départ à froid

L'enrichissement de départ à froid est dosé en fonction des informations fournies par le détecteur de température 2 (CTN 2) incorporé dans le boîtier du régulateur de liquide de refroidissement.

La quantité est élevée au début, puis laminée au fur et à mesure que progresse le processus de lancement.

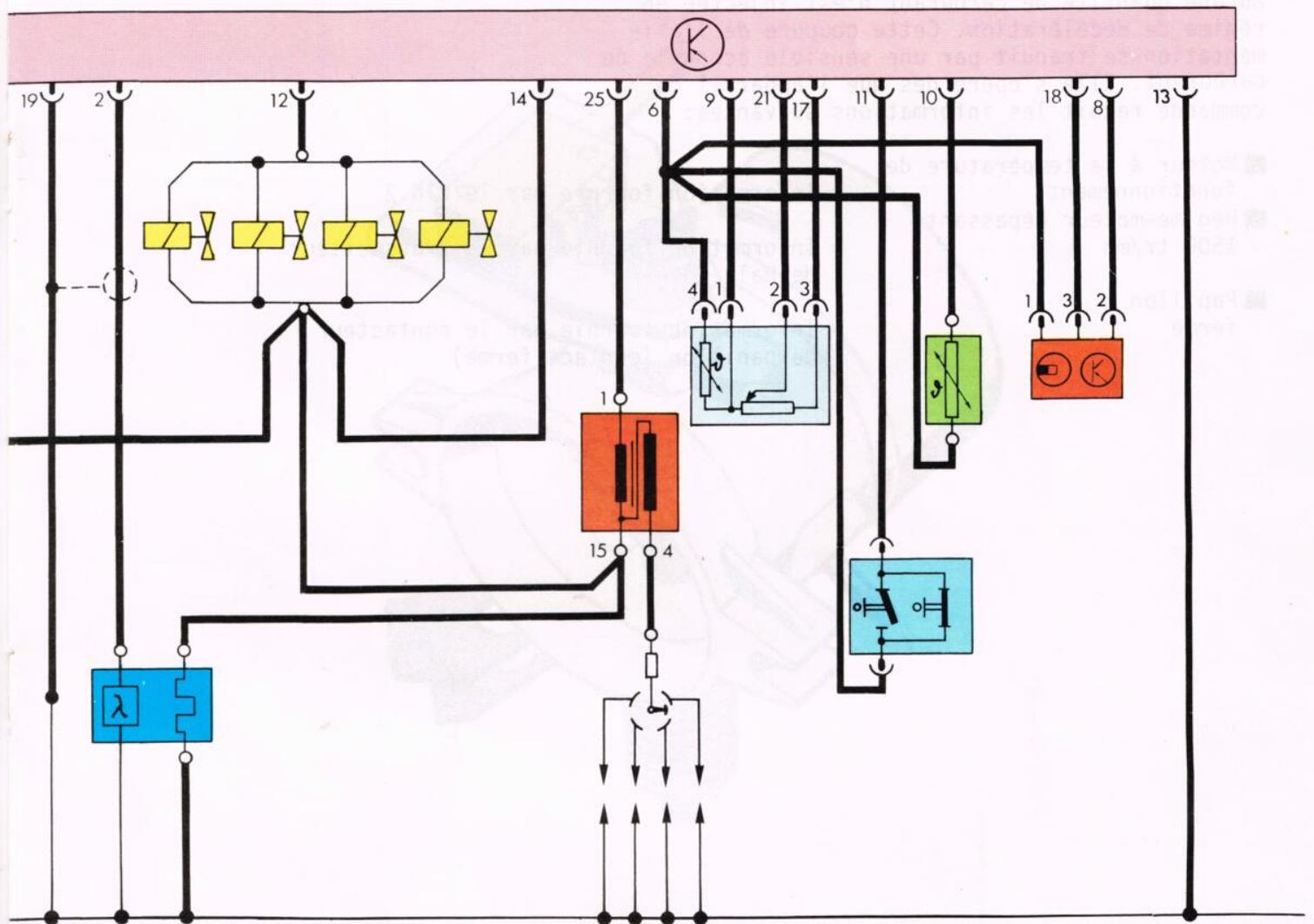
Réchauffement

En outre, le détecteur de température 2 fournit à l'appareil de commande l'information relative à l'enrichissement de réchauffement en fonction de la température du liquide de refroidissement.



CTN

est l'abréviation de Coefficient de Température Négatif et caractérise la propriété d'une thermistance dont la résistance électrique diminue à mesure que la température augmente.



Fonctions des composants

Enrichissement à pleine charge

A pleine charge, le moteur requiert un apport supplémentaire de carburant. Le contacteur de papillon renseigne l'appareil de commande sur l'état de pleine charge. Ce signal est traité par l'appareil de commande de manière à augmenter la durée d'injection.

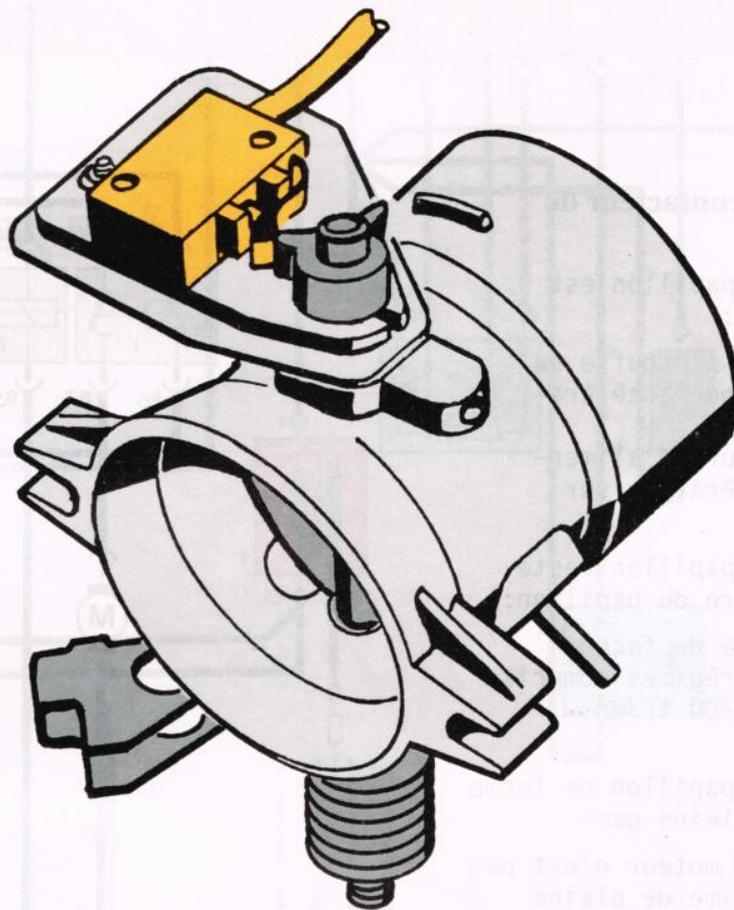
Coupure d'alimentation en décélération

Aucune quantité de carburant n'est injectée en régime de décélération. Cette coupure de l'alimentation se traduit par une sensible économie de carburant. Elle s'opère dès que l'appareil de commande reçoit les informations suivantes:

- Moteur à la température de fonctionnement = Information fournie par le CTN 2
- Régime-moteur dépassant 1500 tr/mn = Information fournie par le transmetteur de Hall
- Papillon fermé = Information fournie par le contacteur de papillon (contact fermé)

Position du contacteur de papillon

Si le papillon occupe la position de ralenti ou la position pleins gaz, le contact doit être fermé.



Attention

Lorsque le contacteur de papillon se trouve en position "fermé", l'appareil de commande décide en fonction de la quantité d'air aspiré d'activer soit la coupure d'alimentation en décélération soit l'enrichissement à pleine charge.

Fonctions des composants

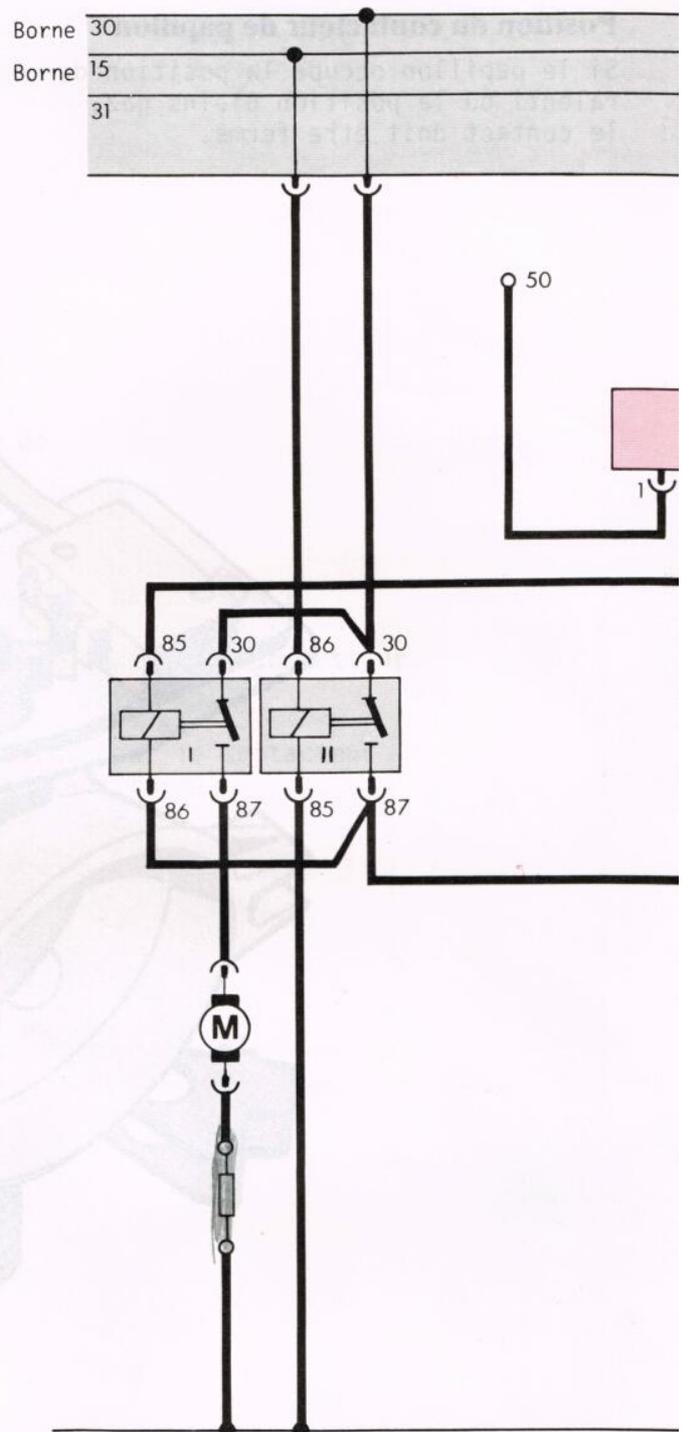
Remarque:

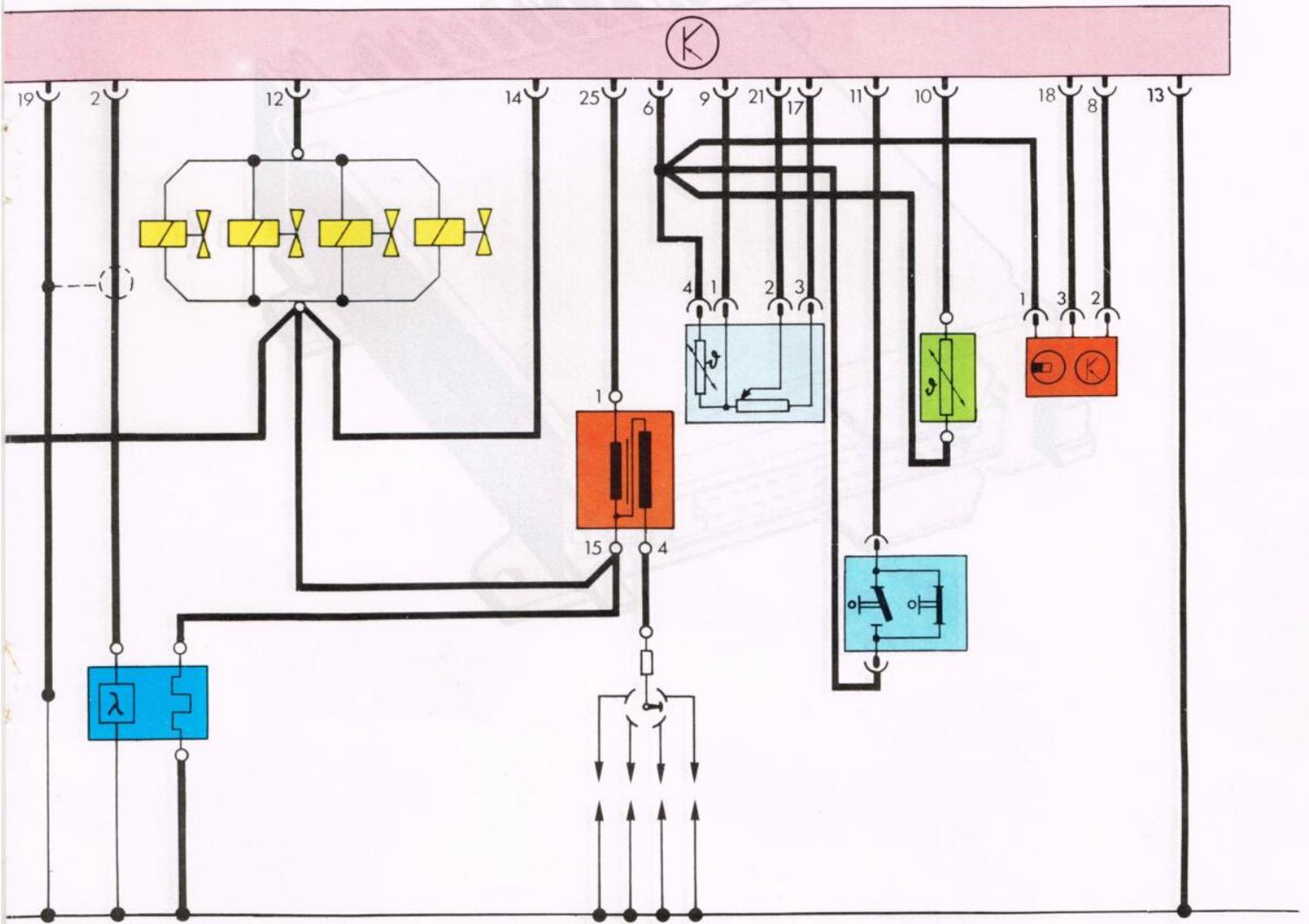
Les valeurs suivantes doivent être indiquées en mesurant la tension au niveau du contacteur de papillon:

- contacts fermés = 0 V
- contacts ouverts = 5 V env.

Répercussions d'un contacteur de papillon mal réglé

- Le contacteur de papillon est ouvert au ralenti:
 - le moteur froid s'étouffe au ralenti après une "accélération brutale"
 - absence de coupure d'alimentation en décélération sur moteur chaud
- Le contacteur de papillon reste fermé à l'ouverture du papillon:
 - le moteur tourne de façon "saccadée" aux régimes compris entre 1500 et 1700 tr/mn environ
- Le contacteur de papillon ne ferme pas en position pleins gaz:
 - la puissance du moteur n'est pas atteinte au régime de pleine charge

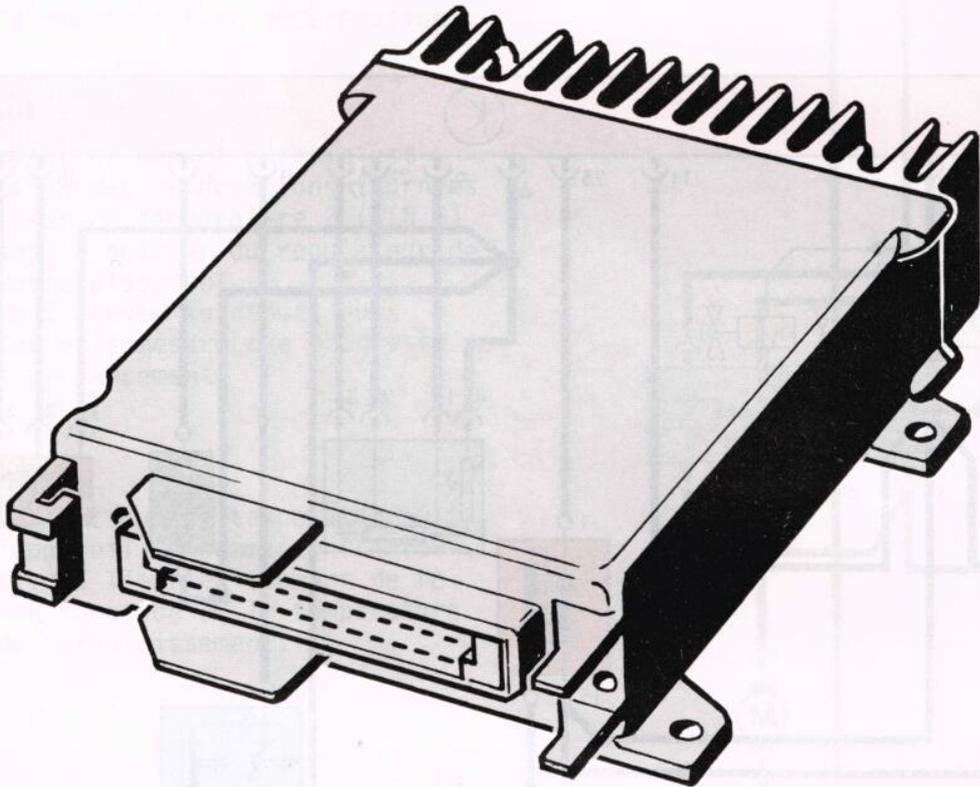




Cet appareil traite les informations d'entrée
 relatives
 - débit d'air
 - régime-moteur
 - température de l'air d'admission
 - température du liquide de refroidissement
 - position du papillon
 Il calcule et commande la durée de pulvérisation
 des injecteurs ainsi que le point
 d'allumage correspondant.

Appareil de commande

L'appareil de commande est un calculateur électronique avec diagramme programmé pour l'injection et l'allumage.



Cet appareil traite les informations d'entrée suivantes:

- débit d'air
- régime-moteur
- température de l'air d'admission
- température du liquide de refroidissement
- position du papillon

Il calcule et commande la durée de pulvérisation des injecteurs ainsi que le point d'allumage correspondant.

Fonction de secours

Le fonctionnement est le suivant:

Débitmètre d'air

Si le débitmètre d'air n'émet aucune information, l'appareil de commande commute en mode de secours. Cela signifie que le carburant est dosé suivant le paramètre de charge partielle sur route en fonction de la vitesse de rotation du moteur.

Conséquence:

Le véhicule requiert une accélération moindre.

Détecteur de température

Si aucun signal n'est fourni par la résistance CTN 2, l'appareil de commande calcule la durée d'injection en se référant à une température de 20 °C.

Conséquence:

Etant donné que le mélange est trop riche pour un moteur ayant déjà atteint sa température de fonctionnement, on observe des difficultés de départ à chaud ainsi qu'un accroissement de la consommation de carburant.

Régime de coupure

Si le transmetteur de Hall communique une vitesse de rotation supérieure à 5400 tr/mn, l'appareil de commande coupe l'alimentation des injecteurs.

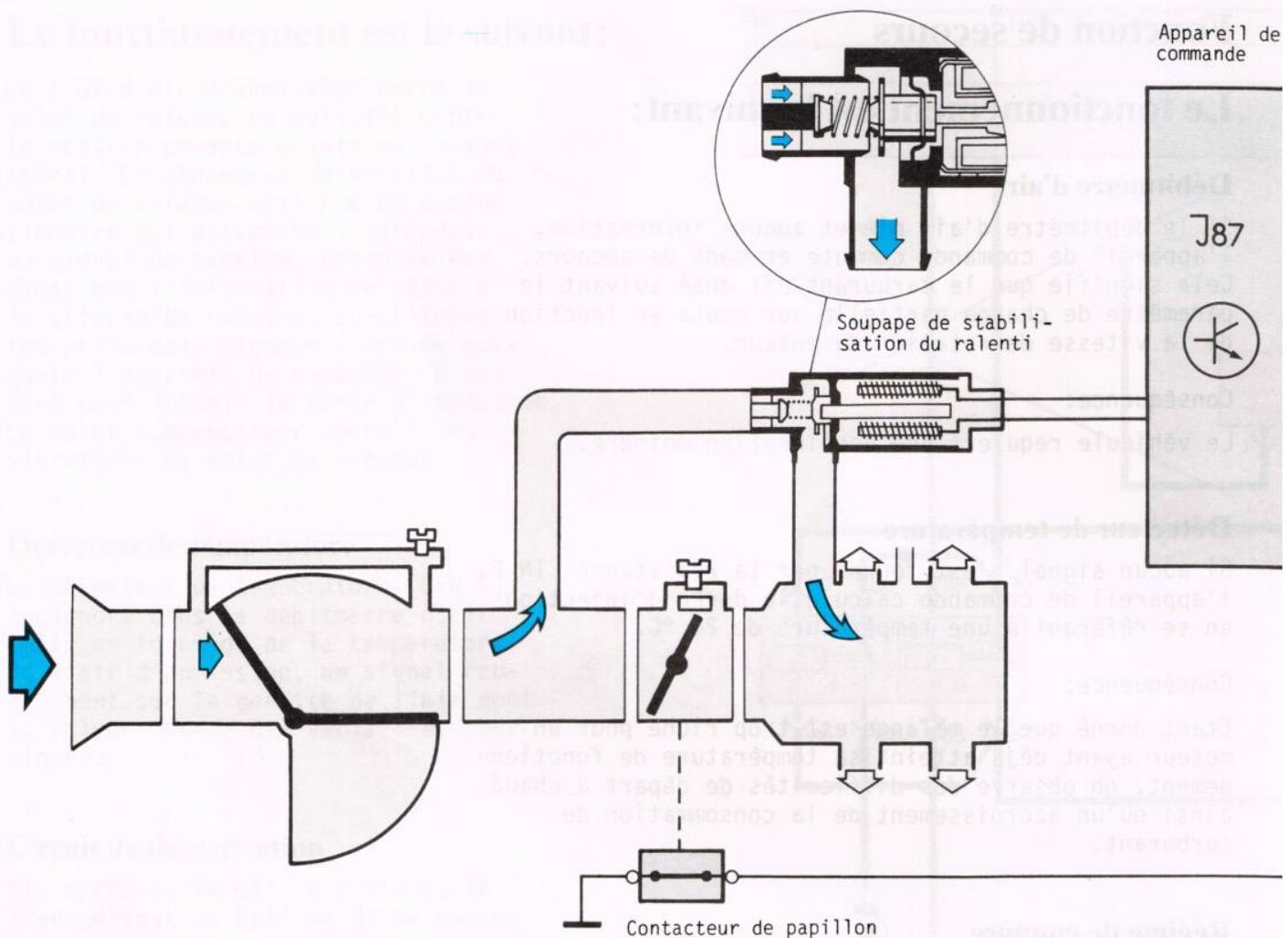
Élévation de pleine charge

Si le débitmètre d'air transmet (en charge) un signal de tension dépassant 2,19 V, il se produit une élévation de pleine charge.

Remarque:

Ne débrancher ou brancher la fiche centrale qu'avec l'allumage coupé.

Stabilisation du ralenti



Le fonctionnement est le suivant:

Si la vitesse de rotation du moteur diffère du régime de consigne mémorisé dans l'appareil de commande, la soupape de régulation est ouverte ou fermée d'une valeur plus ou moins grande. C'est ainsi que le débit d'air est modulé au ralenti lorsque le papillon est fermé.

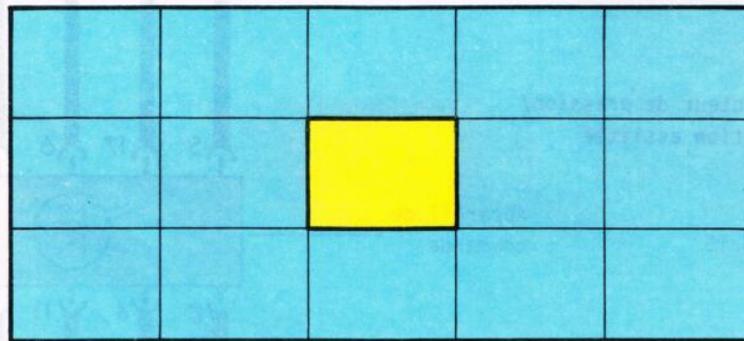
L'allumeur transmet un signal correspondant à la vitesse de rotation momentanée. L'appareil de commande compare cette information effective à la vitesse de consigne. Résultat: p. ex. la vitesse est trop faible. L'appareil de commande accroît alors l'intensité du courant d'alimentation de la soupape de régulation. Celle-ci est ouverte un peu plus; le débit d'air est accru et le volet de retenue déplacé en conséquence. Le régime-moteur augmente.

La résistance CTN 2 communique à l'appareil de commande la température de fonctionnement du moteur.

Composants pour la dépollution des gaz

Préparation du mélange:

On entend par mélange la préparation du carburant et de l'air. Le rapport air-carburant est caractérisé par la lettre grecque λ (Lambda).

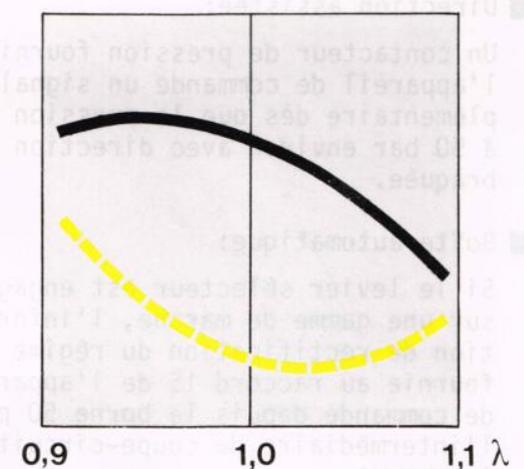


14 kg d'air sont nécessaires à la combustion complète de 1 kg de carburant. On parle alors d'un rapport de 1 : 14.

Ce rapport dit stœchiométrique est défini par le coefficient d'air $\lambda = 1$.

Puissance ———

Consommation - - - - -



Les moteurs à essence atteignent leur puissance maximale pour $\lambda = 0,9$ à $0,95$. Par contre, leur consommation est la plus faible pour $\lambda = 1,0$ à $1,1$.

Les valeurs limites s'élèvent à $\lambda = 0,7$ dans la gamme d'enrichissement et à $\lambda = 1,3$ dans la gamme d'appauvrissement.

Suivant le coefficient λ , les moteurs rejettent plus ou moins de substances polluantes.

Origine des substances polluantes?

Hydrocarbures = HC

Les hydrocarbures constituent des résidus imbrûlés étant donné que le mélange est trop froid au niveau des parois ou étant donné que les gaz ne sont, par exemple, pas atteints dans la zone de segmentation des pistons.

La proportion d'hydrocarbures augmente non seulement en cas de mélange trop riche, mais également en cas de mélange trop pauvre.

Monoxyde de carbone = CO

Ce gaz très toxique est produit soit par un manque d'oxygène, soit par un enrichissement excessif du mélange air-carburant.

Oxyde d'azote = NO_x

L'oxyde d'azote se forme à des températures et à des pressions élevées telles que celles intervenant lors du processus de combustion d'un moteur à essence.

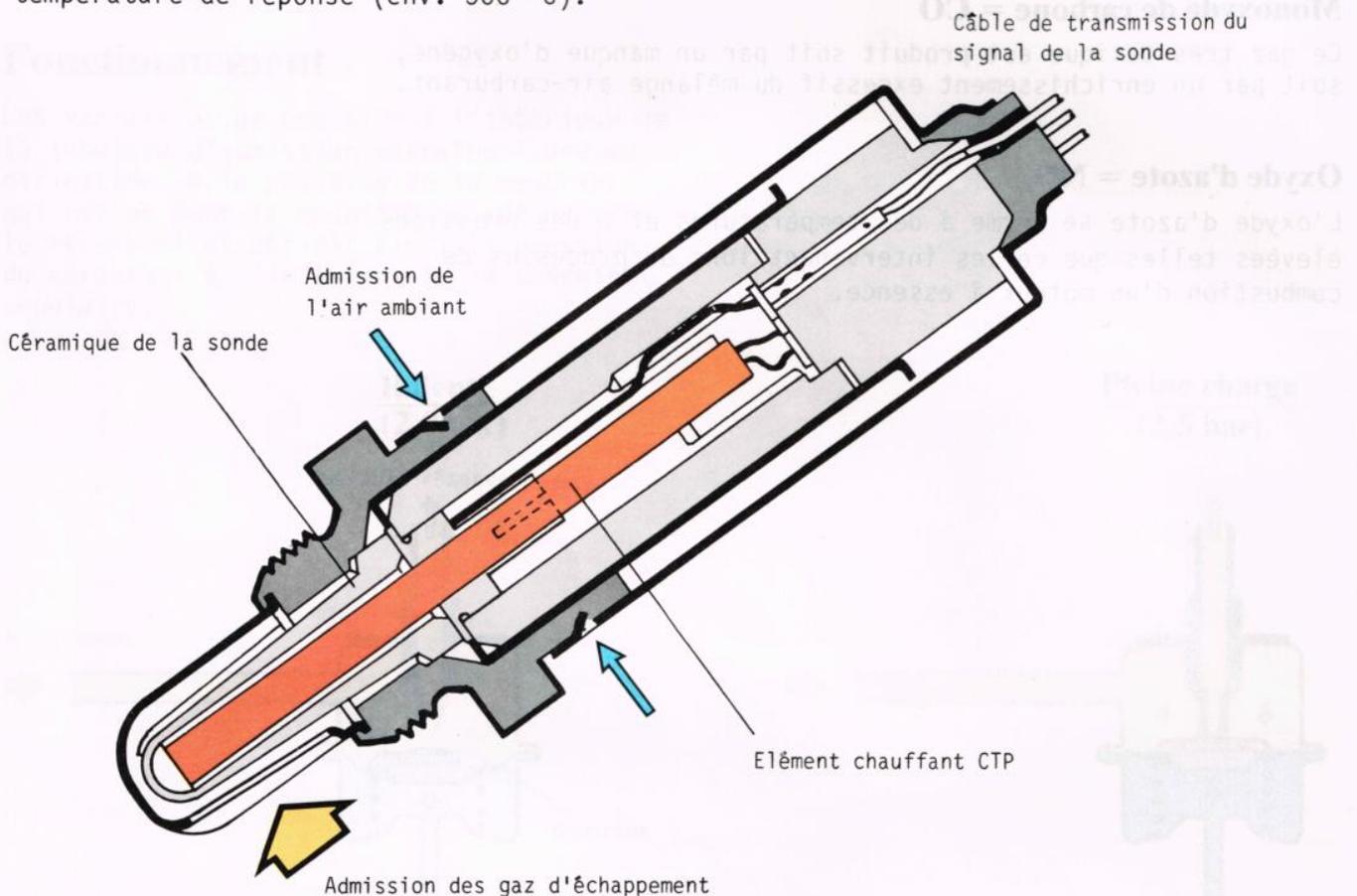
Composants pour la dépollution des gaz

Technique Lambda

La sonde Lambda permet de détecter les variations les plus faibles de la teneur en oxygène des gaz d'échappement. La sonde Lambda envoie des informations à l'appareil de commande électronique qui corrige de manière correspondante la durée d'injection.

Conception de la sonde Lambda

La sonde Lambda est chauffée afin qu'elle atteigne rapidement sa température de réponse (env. 300 °C).



Un isolant céramique est incorporé dans le corps en acier. Ses surfaces sont platinées à l'intérieur et à l'extérieur. A environ 300 °C, la couche devient conductrice pour les ions d'oxygène. L'élément CTP assure un chauffage rapide. Une particularité de l'élément chauffant CTP réside dans le fait que la consommation initiale de courant est importante afin que la température requise soit rapidement atteinte et qu'elle diminue au fur et à mesure que la température augmente.

d'échappement

Le fonctionnement est le suivant:

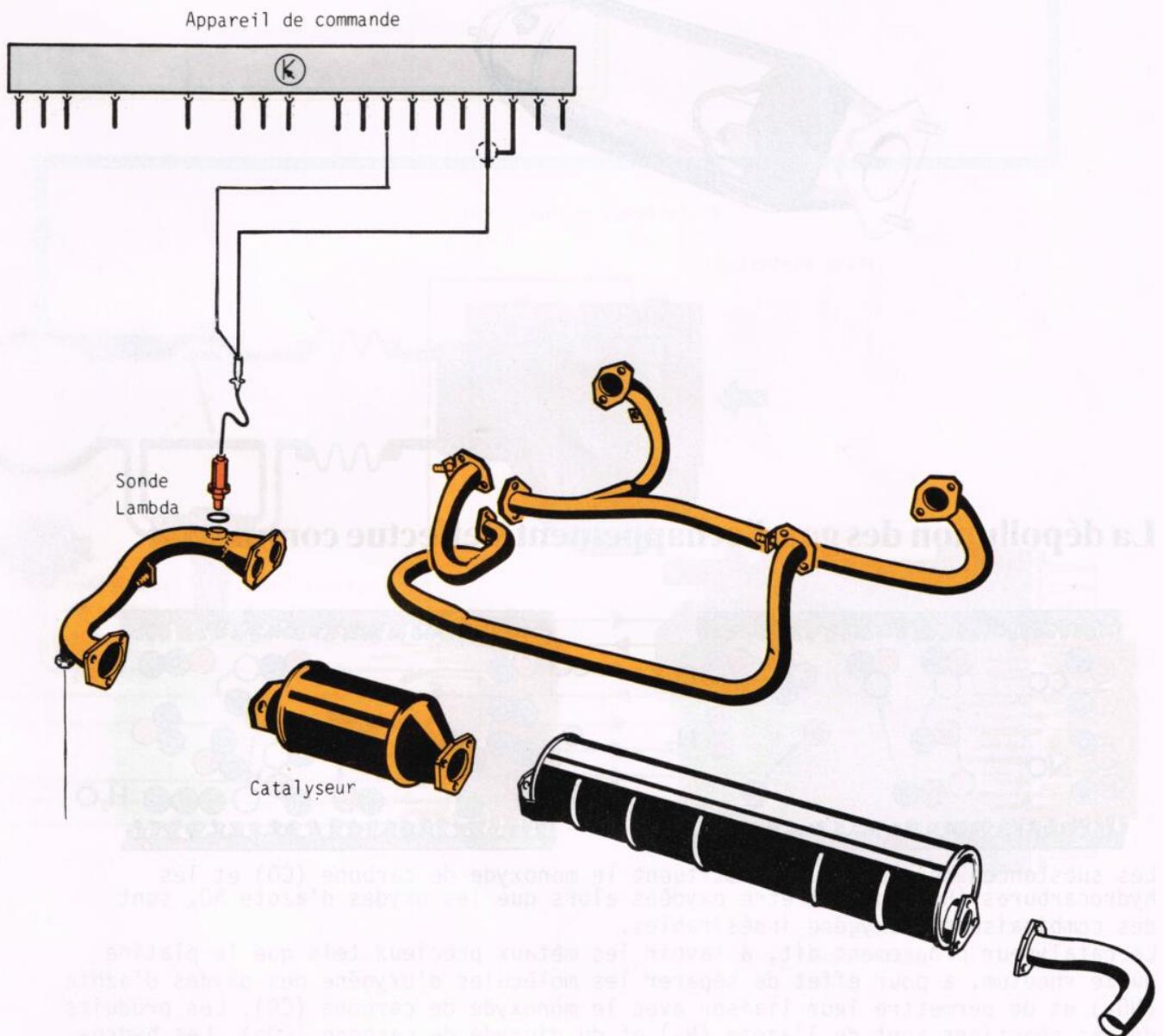
La proportion d'oxygène contenue dans les gaz d'échappement diffère de la teneur en oxygène de l'air environnant.

Cette différence de potentiel produit une tension électrique entre les deux surfaces platinées.

Si la teneur en oxygène des gaz d'échappement varie, on observe une modification de la tension transmise en tant que signal à l'appareil de commande.

Cette technique offre les avantages suivants:

- Composition uniforme du mélange
- Correction altimétrique de l'enrichissement du mélange
- Correction thermique des variations de température de l'air.



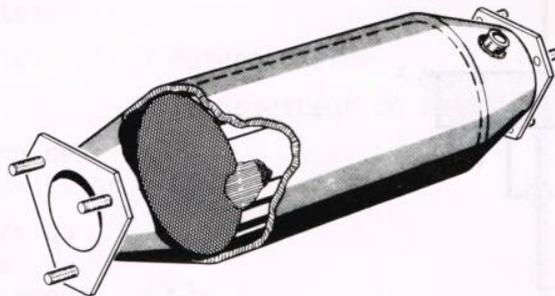
Composants pour la dépollution des gaz

Postcombustion

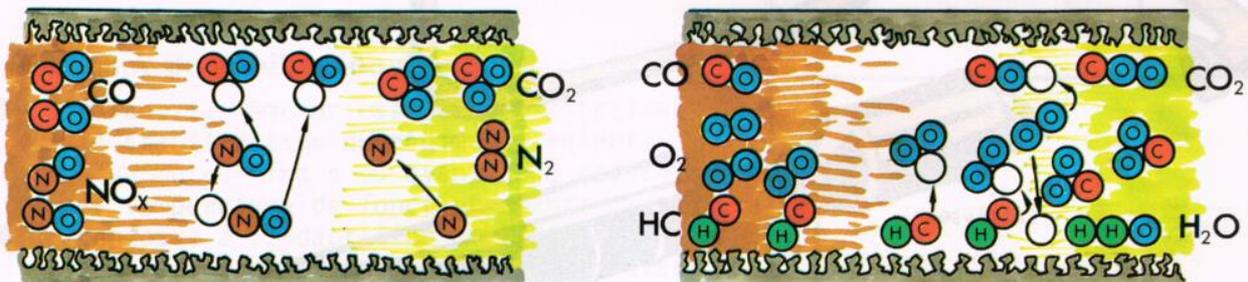
Afin d'éliminer les résidus polluants encore contenus dans les gaz d'échappement, un catalyseur est incorporé dans le système d'échappement.

La conception du catalyseur est la suivante :

Un corps cellulaire en céramique est intégré dans le pot en tôle. Les surfaces de ce corps en céramique sont platinées et plaquées de rhodium.



La dépollution des gaz d'échappement s'effectue comme suit :



Les substances toxiques que constituent le monoxyde de carbone (CO) et les hydrocarbures (HC) doivent être oxydés alors que les oxydes d'azote NO_x sont des combinaisons d'oxygène indésirables.

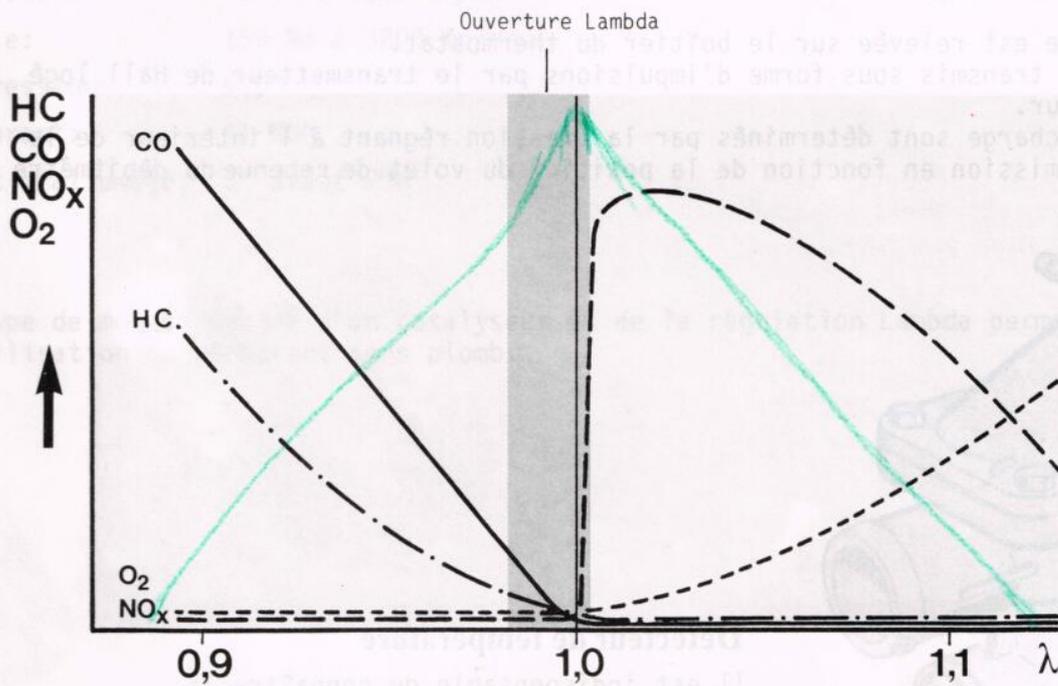
Le catalyseur proprement dit, à savoir les métaux précieux tels que le platine ou le rhodium, a pour effet de séparer les molécules d'oxygène des oxydes d'azote (NO_x) et de permettre leur liaison avec le monoxyde de carbone (CO). Les produits de ces réactions sont de l'azote (N_2) et du dioxyde de carbone (CO_2). Les hydrocarbures réagissent avec l'oxygène pour former de l'eau (H_2O) et du dioxyde de carbone (CO_2).

d'échappement

Gaz d'échappement en aval du catalyseur

Comme le montre le diagramme ci-dessous, les substances polluantes contenues dans les gaz d'échappement sont quasi entièrement dépolluées par le catalyseur.

Ce n'est que dans la très étroite plage avoisinant $\lambda = 1$ que les quantités de substances toxiques sont aussi faibles. Dans ce cas, on parle de "l'ouverture Lambda". A droite et à gauche de ce coefficient optimum, les teneurs en gaz polluants augmentent.



Allumage cartographique transistorisé

Le digifant est équipé d'un système d'allumage transistorisé avec transmetteur de Hall intégré; tous les points d'allumage sont calculés numériquement. D'où l'avantage d'une très grande précision des points d'allumage pour tous les états de fonctionnement.

Résultat: faible consommation, grande souplesse du moteur et gaz d'échappement propres.

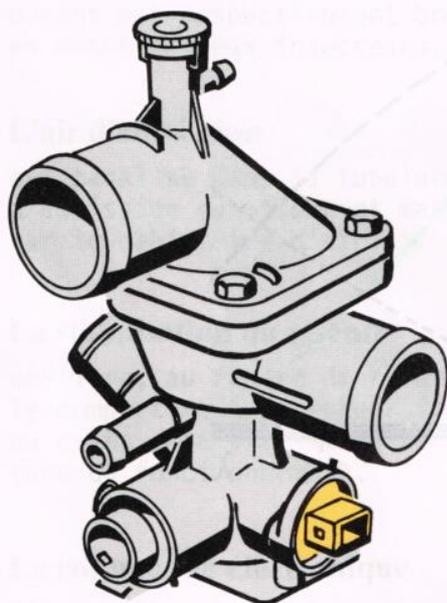
Un calcul précis des points d'allumage convenant à tous les états de fonctionnement exigent les 3 paramètres de mesure suivants:

- la température du moteur
- le régime-moteur
- l'état de charge

La température est relevée sur le boîtier du thermostat.

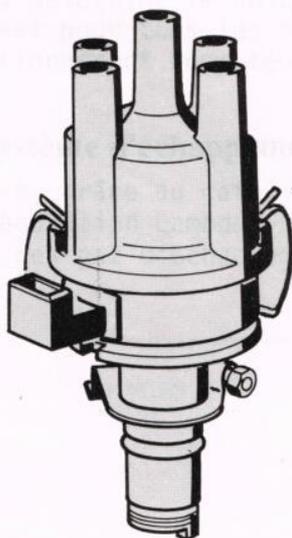
Le régime est transmis sous forme d'impulsions par le transmetteur de Hall logé dans l'allumeur.

Les états de charge sont déterminés par la pression régnant à l'intérieur de la tubulure d'admission en fonction de la position du volet de retenue du débitmètre d'air.



Détecteur de température

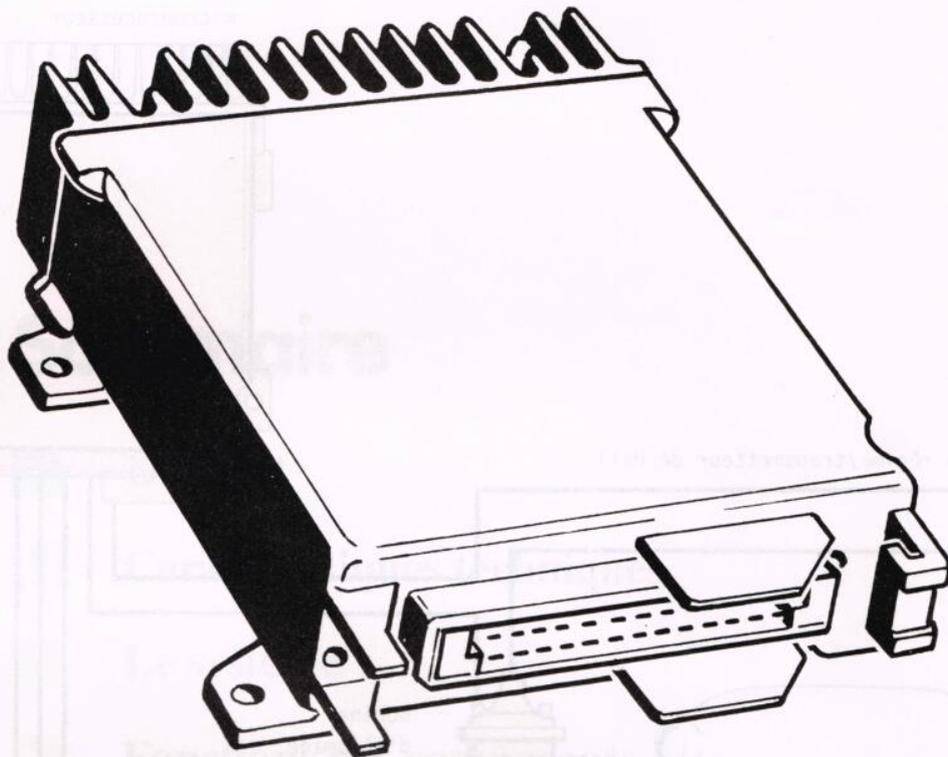
Il est indispensable de connaître la température momentanée afin d'adapter le point d'allumage à la phase de réchauffement du moteur.



Allumeur

L'allumeur fonctionne selon le principe du module électronique TSZ-H.

La différence par rapport aux anciens allumeurs réside dans le fait qu'il ne possède aucun dispositif d'avance à l'allumage.



Appareil de commande

L'appareil de commande détermine le point d'allumage optimal à partir des informations reçues concernant la température, le régime et la charge. Un diagramme des points d'allumage est programmé dans cet appareil de commande.

Ce dernier fonctionne en mode de secours en cas de défaillance d'un ou de plusieurs transmetteurs d'informations.

Intégrée à l'appareil de commande, une stabilisation du ralenti compense les variations de régime provoquées par la mise en circuit de consommateurs électriques.

Un limiteur de régime empêche le moteur de dépasser 5400 tr/mn.

Si l'appareil de commande ne reçoit aucune impulsion du transmetteur de Hall, le circuit de désactivation intervient après 1 à 1,5 seconde environ, autrement dit le système est mis hors circuit jusqu'au lancement. Ce qui exclut une trop forte sollicitation de la bobine d'allumage et des composants électroniques.

Le réglage du point d'allumage s'effectue le détecteur de température étant débranché.

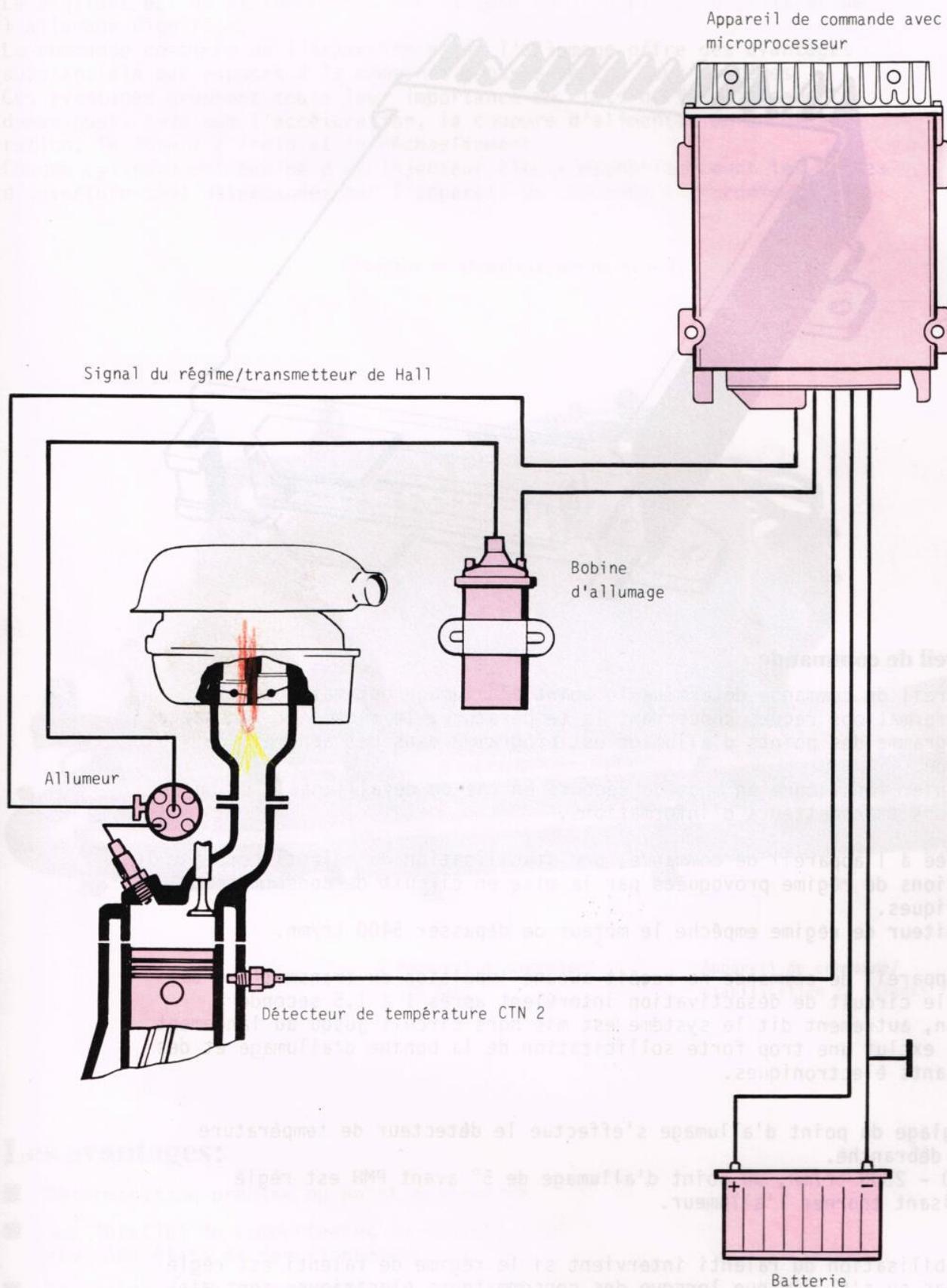
A 2200 - 2500 tr/mn, un point d'allumage de 5° avant PMH est réglé en faisant tourner l'allumeur.

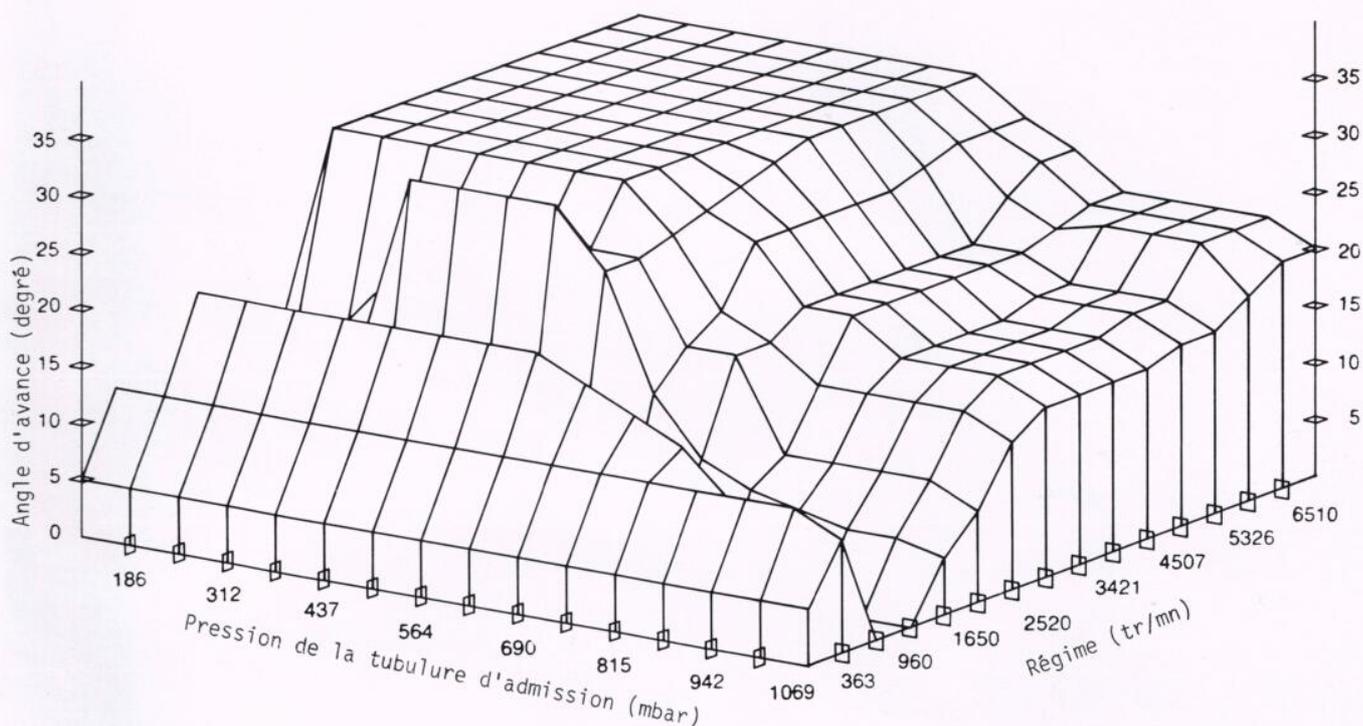
La stabilisation du ralenti intervient si le régime de ralenti est réglé trop bas ou s'il diminue lorsque des consommateurs électriques sont mis en circuit.

Le point d'allumage est décalé vers "avance".

Le régime augmente alors à 750 tr/mn environ.

Allumage cartographique transistorisé





Le fonctionnement est le suivant:

Le détecteur de température signale à l'appareil de commande la température momentanée du moteur, ce qui influe sur le réglage du point d'allumage. Durant la phase de réchauffement, le point d'allumage est décalé dans le sens "avance" jusqu'à un maximum de 10° . Dès que le moteur a atteint sa température de fonctionnement, le point d'allumage est réglé sur la valeur programmée correspondante.

Les signaux de régime sont envoyés par le transmetteur de Hall. La pression régnant à l'intérieur de la tubulure d'admission renseigne sur les états de charge du moteur. Cette pression est déterminée par le débitmètre d'air et transmise à l'appareil de commande sous forme de signal de tension.

Ces signaux sont nécessaires au calcul des points d'allumage.

Dans le diagramme sont programmés tous les points d'allumage calculés pour le moteur de 2,1 l.

La programmation des paramètres préalablement calculés est limitée à $16 \times 16 = 256$ points d'allumage.

L'appareil de commande calcule un paramètre intermédiaire en cas d'appel d'un point d'allumage divergeant des 256 points programmés.

Les informations relatives à la charge et au régime permettent de calculer le point d'allumage correspondant, de le corriger en fonction de la température et de le transmettre au moteur.

Répercussion des anomalies:

- Si le moteur ne reçoit aucune information relative au régime, le transmetteur de Hall est défectueux; aucun point d'allumage ne peut donc être calculé. Le moteur ne tourne pas.
- Si le volet de retenue est défectueux bien que l'allumage soit correctement réglé, il s'ensuit une consommation de carburant plus élevée.
- Si le détecteur de température a un court-circuit à la masse, le moteur ne tourne pas rond et les reprises sont mauvaises à des températures inférieures à -10° C.
- Si le détecteur de température n'est pas branché, le point d'allumage commute sur une valeur constante de 5° avant PMH.

Destiné aux seuls services de l'Organisation V.A.G.
© Volkswagen AG, Wolfsburg.
Tous droits et modifications techniques réservés.
500.2808.93.40 Définition technique: août 1985.