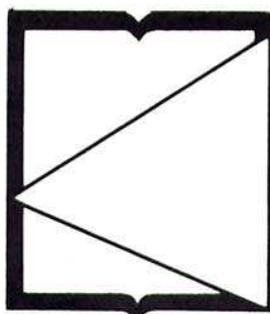


**cours sur:**

# **Injection électronique " L- jetronic "**

**monographie**



**supporti didattici**

**FIAT**

## I N D E X

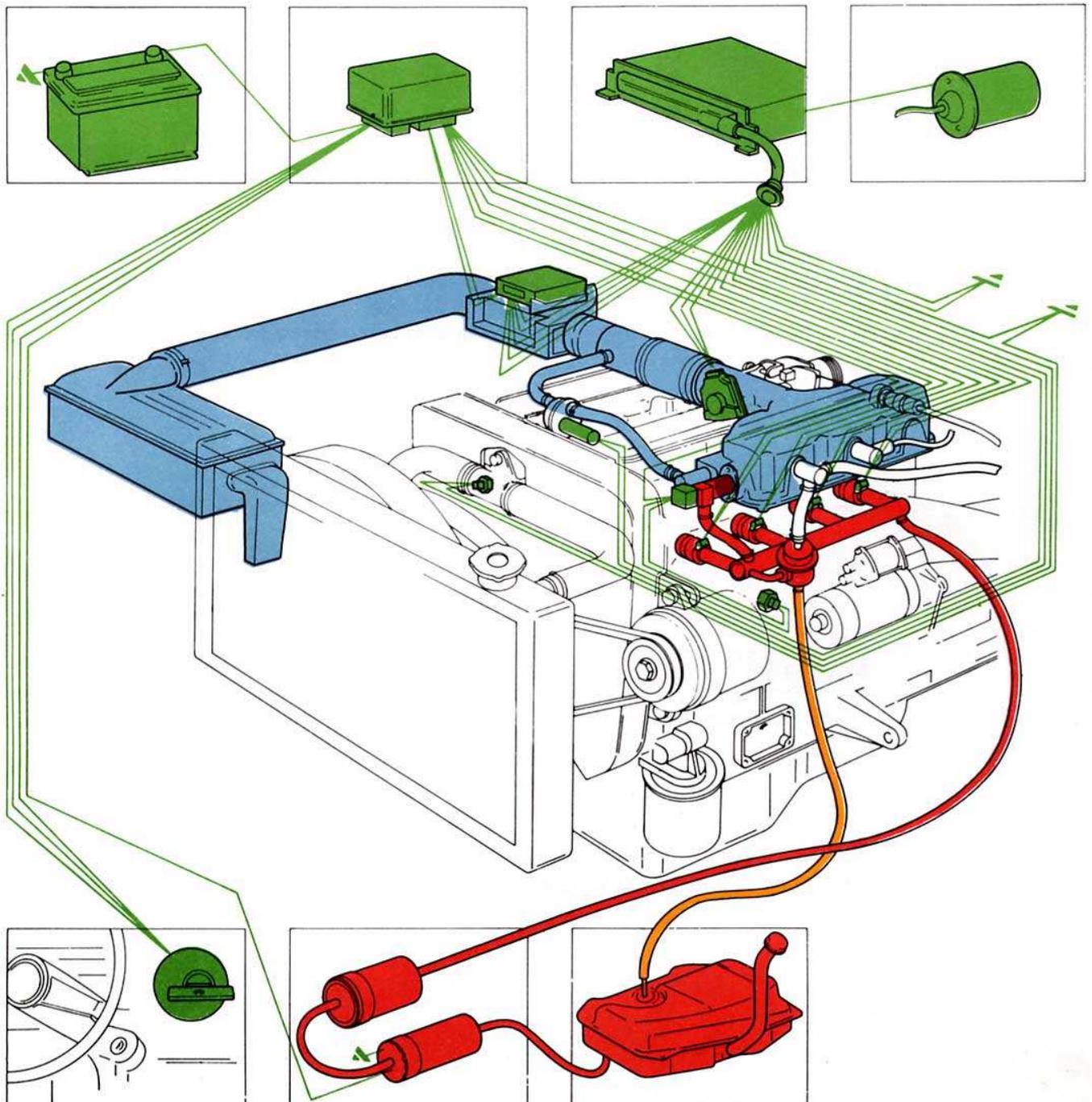
- 1 – GENERALITES
- 2 – RAPPORT AIR-CARBURANT
- 3 – SYSTEMES D'INJECTION BOSCH
- 4 – PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT L-JETRONIC
- 5 – SCHEMA DE L'INSTALLATION
- 6 – CIRCUIT D'ALIMENTATION DE CARBURANT
- 10 – CIRCUIT D'ADMISSION D'AIR
- 13 – CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – DEMARRAGE
- 16 – CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – RECHAUFFAGE
- 18 – CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – FONCTIONNEMENT A BASSE TEMPERATURE
- 20 – CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – FONCTIONNEMENT A PLEINE CHARGE ET EN DECELERATION
- 22 – CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – CALCULATEUR ELECTRONIQUE
- 22 – CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – POINT D'INJECTION
- 23 – CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – SONDE LAMBDA (USA SEULEMENT)
- 24 – CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – RELAIS DOUBLE
- 25 – CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – FAISCEAU DE RACCORDEMENT

## GENERALITES

Les techniques nouvelles ont permis la réalisation d'un système d'injection pouvant être monté sur les véhicules de grande série. L'injection d'essence dans les moteurs à 4 temps offre plusieurs avantages :

- gain de puissance spécifique
- économie de carburant
- réduction des éléments polluants dans les gaz d'échappement
- gain de couple à bas régime

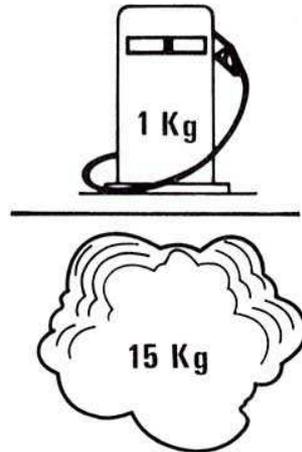
Ces avantages sont dûs à une répartition plus uniforme du mélange sur tous les cylindres, car le rôle principal de l'injection d'essence est de doser au fur et à mesure le combustible et l'air aspiré.



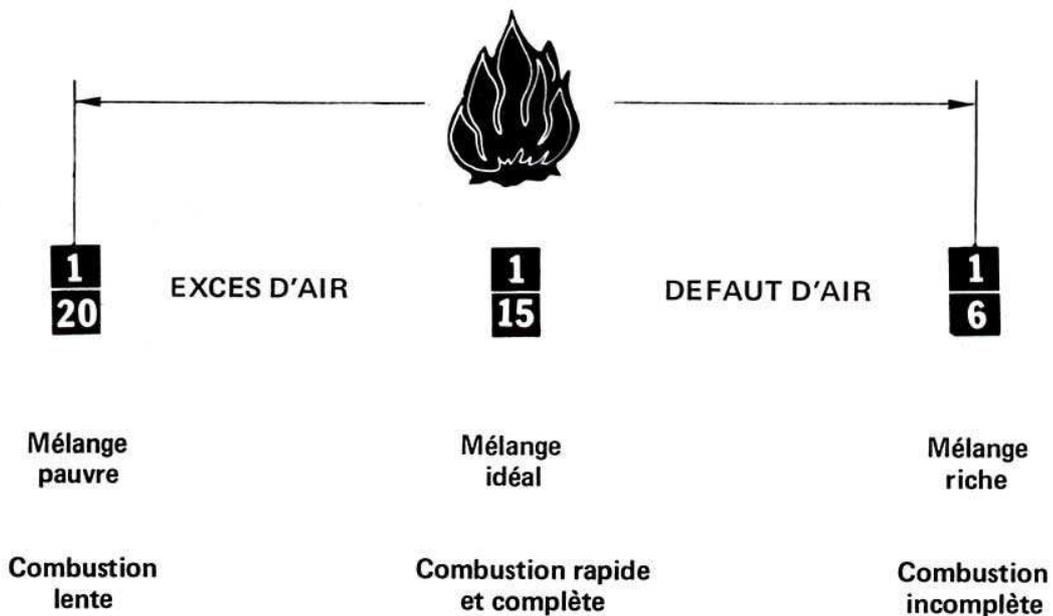
## RAPPORT AIR-CARBURANT

Le dosage, ou titre du mélange (  $\alpha$  ) est donné par le rapport entre les poids de l'essence et de l'air aspirés par le moteur

$$\text{Titre } \alpha \text{ ou rapport stoechiométrique} = \frac{1 \text{ kg d'essence}}{15 \text{ kg d'air}}$$



La stoechiométrie est l'étude des proportions suivant lesquelles les corps réagissent chimiquement.



- faible rendement
- surchauffe du moteur
- pollution

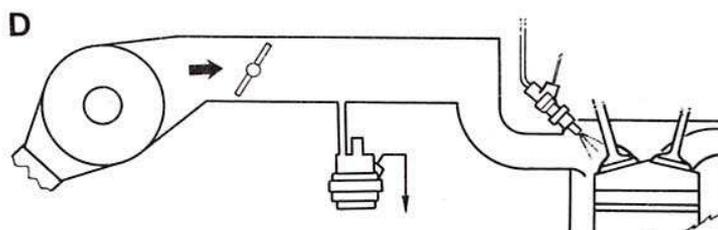
- faible rendement
- consommation excessive
- pollution

## SYSTEME D'INJECTION BOSCH

La Société Bosch produit trois systèmes d'injection d'essence :

**D — JETRONIC** : c'est un système à injection d'essence à commande électronique, en fonction de la pression qui règne dans le collecteur d'admission.

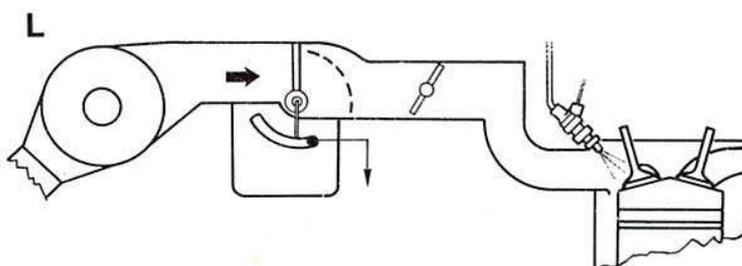
La sonde de pression enregistre la charge du moteur, en évaluant la valeur de la dépression existant dans le collecteur d'admission, et transmet un signal de tension à une centrale de commande électronique (CALCULATEUR) laquelle, en exploitant les informations les plus importantes, réalise un dosage correct du carburant vers les injecteurs.



**L — JETRONIC** : c'est un système à injection d'essence à commande électronique en fonction de la quantité d'air aspirée.

Une sonde de débit d'air enregistre l'information, concernant l'air aspiré et la transmet, sous forme d'impulsions électriques, à une centrale de commande électronique (CALCULATEUR), pour déterminer la quantité de carburant nécessaire en fonction de la quantité d'air aspirée.

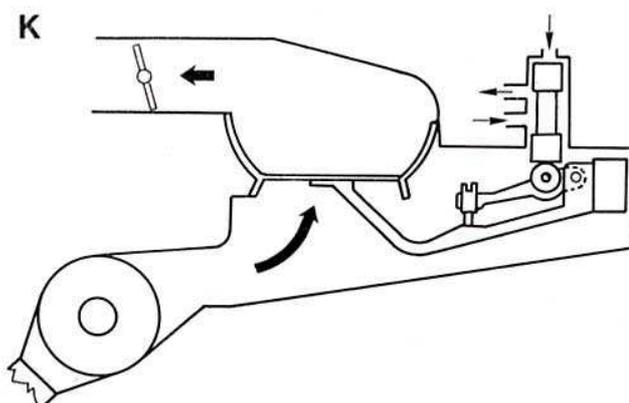
Lors de sa réalisation, la priorité a été donnée à la nécessité de réduire les éléments polluants dans les gaz d'échappement et à une conception plus simple du système d'injection.



**K — JETRONIC** : c'est un système à injection d'essence à commande mécanique, pour lequel la transmission du mouvement par le moteur n'est pas nécessaire.

La quantité d'air aspirée est enregistrée par une sonde de débit d'air, laquelle fait partie, avec le répartiteur de débit de carburant, d'un appareil appelé « régulateur mécanique du mélange ».

La quantité exacte de carburant est injectée de façon continue dans chaque conduit d'admission, à proximité des soupapes d'admission.

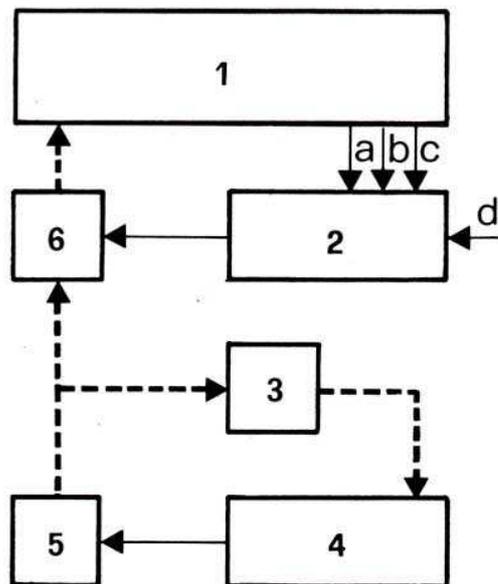


## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU L-JETRONIC

L'injection d'essence à commande électronique «L-JETRONIC» est un système d'injection intermittent fonctionnant à basse pression. Les paramètres qui influencent le besoin en combustible du moteur (1) sont captés par des sondes (a-b-c-d) et transformés en signaux électriques.

Ces signaux sont exploités par le calculateur (2) pour la détermination du besoin en carburant du moteur (1). Suivant la quantité de carburant ainsi définie, les injecteurs (6) reçoivent des impulsions électriques du calculateur (2) et ils pulvérisent le carburant qui leur parvient du circuit d'alimentation, constitué des éléments suivants :

- Réservoir (4)
- Pompe à essence électrique (5)
- Régulateur de pression (3) relié au collecteur d'admission du moteur (1)



- a) Corrections (moteur), température du liquide de refroidissement, position du papillon d'accélérateur
- b) Régime du moteur
- c) Débit d'air
- d) Corrections (environnement), température de l'air aspiré.

## SCHEMA DE L'INSTALLATION

Le L-JETRONIC est constitué des éléments suivants :

**Circuit d'alimentation de carburant (rouge)**

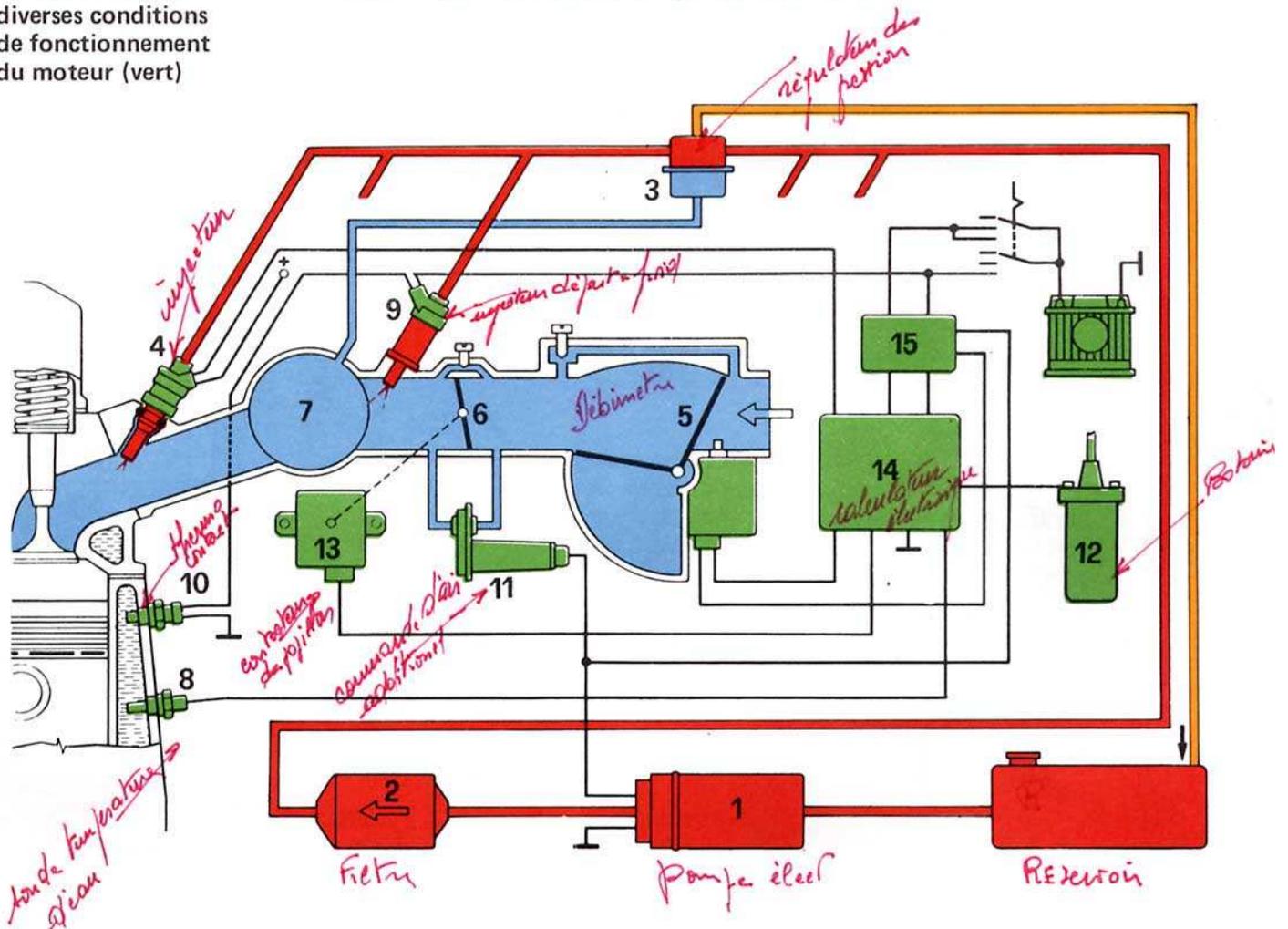
Le carburant est injecté dans chaque conduit d'admission en amont de la soupape d'admission. La quantité d'essence injectée est fonction de la quantité d'air aspirée.

**Circuit d'admission d'air (bleu)**

Ce circuit constitue la base du système L-JETRONIC et contient la sonde de débit d'air. Cette sonde, située entre le filtre à air et le papillon commandé par la pédale d'accélérateur mesure la quantité d'air aspirée par le moteur pour toutes les conditions de régime et de charge.

**Circuit de contrôle électrique pour l'adaptation aux diverses conditions de fonctionnement du moteur (vert)**

C'est le circuit qui détermine le point de début et la durée d'injection, en fonction des informations transmises par la sonde de débit d'air, par l'allumeur et par les sondes de température au calculateur.



## CIRCUIT D'ALIMENTATION DE CARBURANT

### Principe de fonctionnement

Dans le circuit de carburant de l'équipement, une pompe électrique (1) aspire l'essence du réservoir et la refoule, à travers un filtre (2) vers le collecteur et les injecteurs (4) à commande électromagnétique par les rampes de distribution.

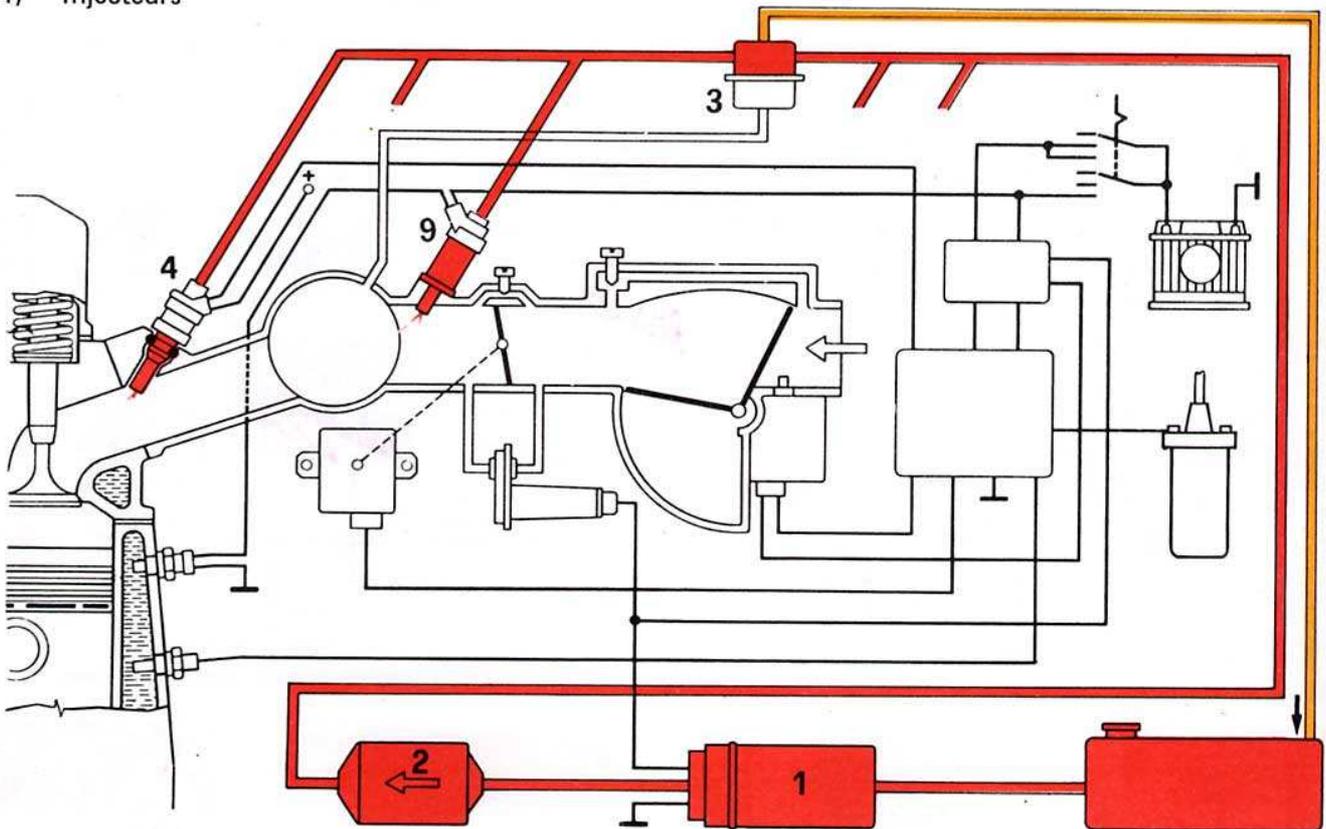
Un régulateur de pression (3) maintient constante la pression du carburant aux injecteurs.

Le carburant en excès retourne au réservoir par écoulement. Le carburant est envoyé également à un injecteur de départ à froid (9) qui fournit l'essence supplémentaire simultanément à tous les cylindres lorsque le moteur est froid.

### Description

Ce circuit comporte les éléments suivants :

- 1) Pompe à essence électrique
- 2) Filtre
- 3) Régulateur de pression
- 4) Injecteurs

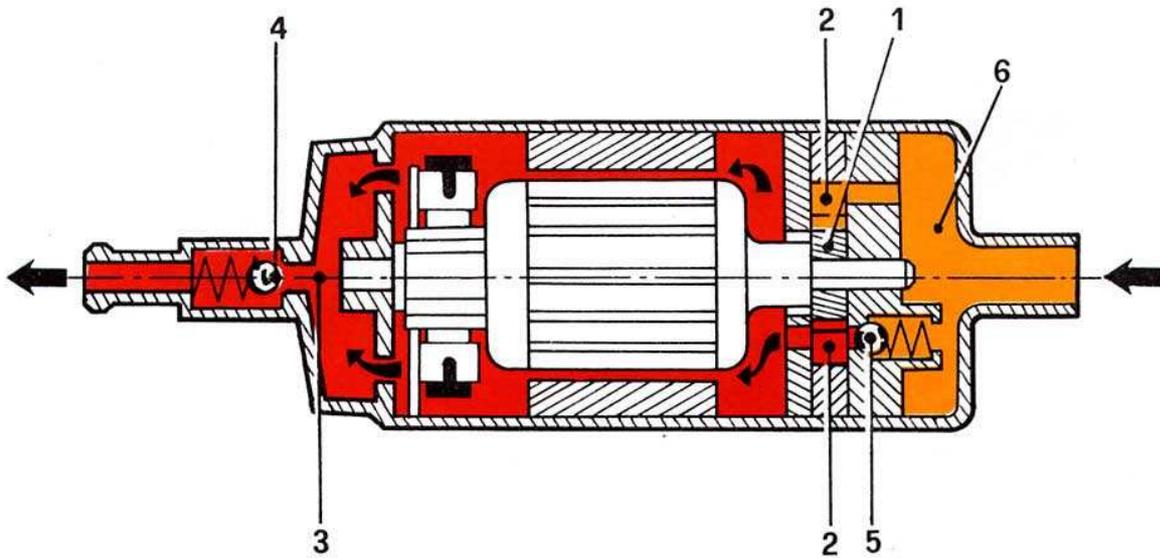


## Pompe à essence électrique

Comme pompe d'alimentation, on utilise une pompe multicellulaire à rouleaux, entraînée par un moteur électrique à excitation permanente, noyé dans le carburant.

Un rotor en forme de disque (1), monté excentriquement dans le carter de la pompe, comporte dans les cellules disposées le long de sa circonférence, des rouleaux métalliques (2) qui, plaqués vers l'extérieur par la force centrifuge, assurent l'étanchéité du système.

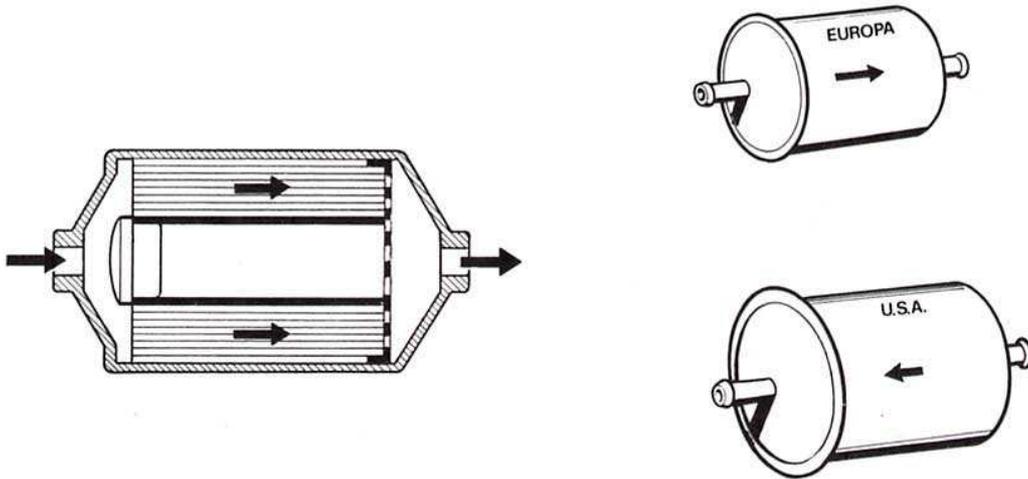
Le carburant est amené dans les cavités qui se forment entre les rouleaux puis il est refoulé dans le conduit d'injection (3). Un clapet anti-retour (4) interdit à la canalisation de débit de se vider lorsque le moteur est arrêté. Un clapet de surpression (5) court-circuite le refoulement dans la chambre d'aspiration (6) de la pompe lorsque la pression dépasse 4 bars.



La pompe fonctionne grâce à un relais double, partie concernant la commande de la pompe. Ce relais, en phase de démarrage, est excité directement par le contacteur à clé (borne 50); lorsque le moteur est lancé, l'excitation se fait à travers le contact de pompe situé dans la sonde de débit d'air. L'action simultanée de ces deux commandes séparées (au démarrage et en marche) est réalisée dans un but de sécurité, en cas d'arrêt accidentel du moteur, même si le contacteur à clé est en position de marche, l'alimentation de la pompe est immédiatement coupée.

## Filtre à essence

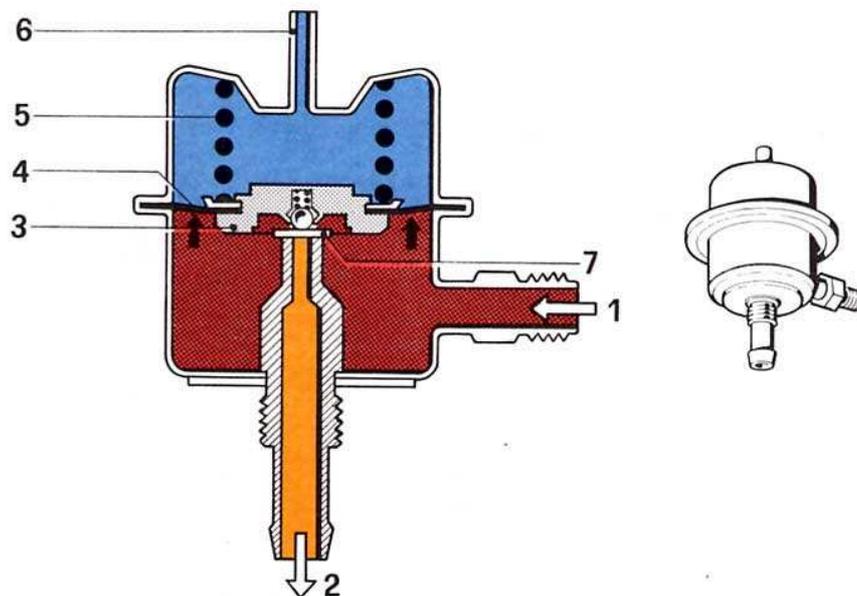
Le filtre à surface filtrante en papier, est situé entre la pompe à essence et le régulateur de pression. Une flèche, gravée à l'extérieur du filtre, indique le sens de montage.



## Régulateur de pression

Le régulateur de pression, de type mécanique à membrane, est monté sur le conduit allant aux injecteurs. Il se compose d'un boîtier en métal, à l'intérieur duquel se trouve une membrane (4), tarée par un ressort (5), laquelle, lorsque la pression régnant dans le circuit excède la pression réglée, ouvre un clapet (7) qui permet au carburant en excès de retourner au réservoir.

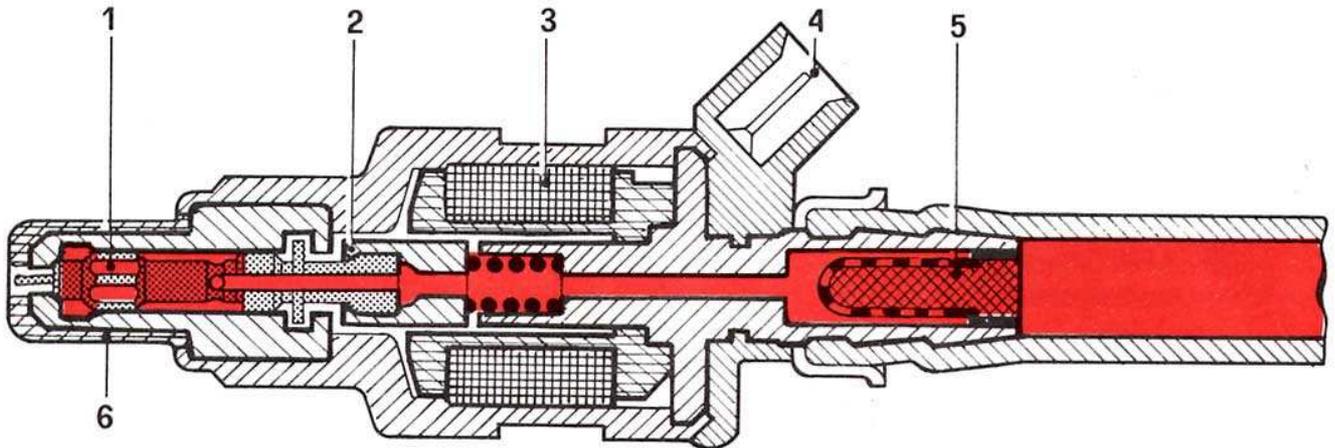
La membrane est logée dans un compartiment qui communique par un raccord avec le conduit d'admission du moteur (6) (signal de dépression). Avec ce système, la différence entre la pression du carburant et la dépression existant dans le collecteur d'admission est maintenue constante à tous les régimes du moteur.



1. raccord de liaison avec le collecteur d'essence
2. raccord de liaison avec le conduit d'admission du carburant.

## Injecteurs

Le carburant est dosé par l'intermédiaire des injecteurs à commande électromagnétique, montés à proximité des soupapes d'admission. Ils sont constitués d'un corps où est logé l'enroulement électrique (3) et d'un noyau (2), solidaire de l'aiguille (1), poussé contre le siège de retenue par un ressort antagoniste. Les impulsions provenant du calculateur créent dans l'enroulement un champ magnétique qui attire le noyau et soulève l'aiguille de son siège.



- 1) aiguille de l'injecteur
- 2) noyau magnétique
- 3) enroulement magnétique
- 4) connecteur électrique
- 5) filtre
- 6) protection thermique

La quantité de carburant pulvérisée est donc déterminée uniquement par la durée de l'injection, qui est commandée par le calculateur. Les 4 injecteurs sont branchés électriquement en parallèle et de ce fait l'injection de carburant dans les 4 conduits d'admission s'effectue simultanément afin que le mélange soit suffisamment uniforme et homogène; leur alimentation est réalisée en deux temps, par la pulvérisation, à chaque tour de vilebrequin, de la moitié du carburant nécessaire pour un cycle complet.

## CIRCUIT D'ADMISSION D'AIR

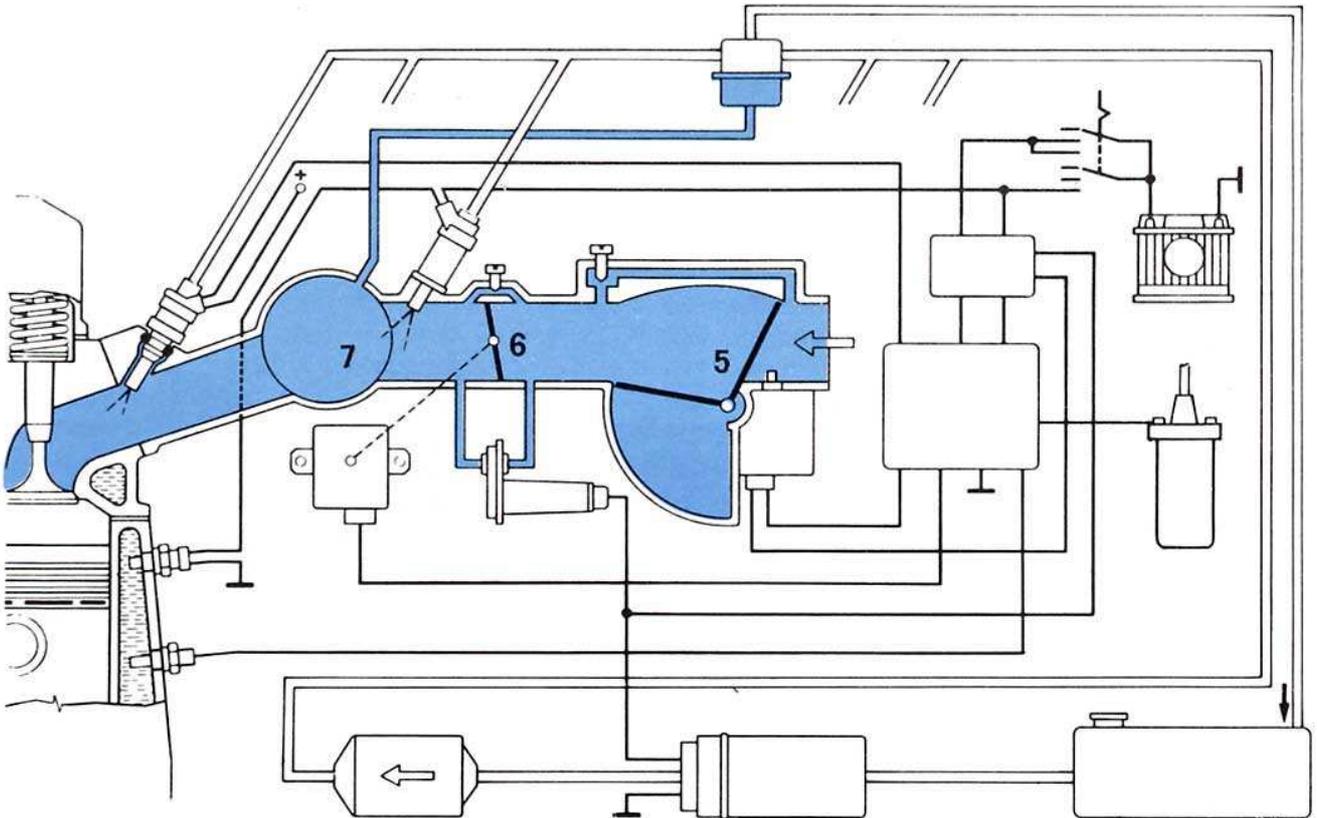
### Principe de fonctionnement

Le circuit d'admission d'air est à la base du système «L-JETRONIC».  
Son dispositif principal est la sonde de débit d'air, ou «débitmètre» (5), situé entre le filtre à air et le papillon (6), dont le rôle est de mesurer la quantité d'air aspirée par le moteur à tous les régimes.  
L'air ainsi mesuré est ensuite réparti uniformément par le collecteur d'admission (7) aux cylindres.

### Description

Le circuit d'admission d'air se compose de :

- 5) sonde de débit d'air ou «débitmètre»
- 6) corps du papillon
- 7) collecteur d'admission



## Sonde de débit d'air

La sonde d'air a pour fonction de mesurer l'air aspiré par le moteur et de transformer cette valeur en un signal électrique qui est transmis au calculateur.

Dans la sonde d'air, la quantité d'air aspirée par le moteur exerce une force sur un volet mobile (1).

Celui-ci, en fonction du flux d'air et de l'action antagoniste d'un ressort de rappel (6) prend une position angulaire bien déterminée, qui est transmise à un potentiomètre (2) relié de façon solide à l'axe du volet mobile.

Un volet de compensation (3) solidaire du volet mobile, compense, du fait qu'il présente la même surface active que le volet mobile, les pulsations dues aux contre-pressions éventuelles, afin que celles-ci n'aient aucune influence sur la mesure du débit d'air.

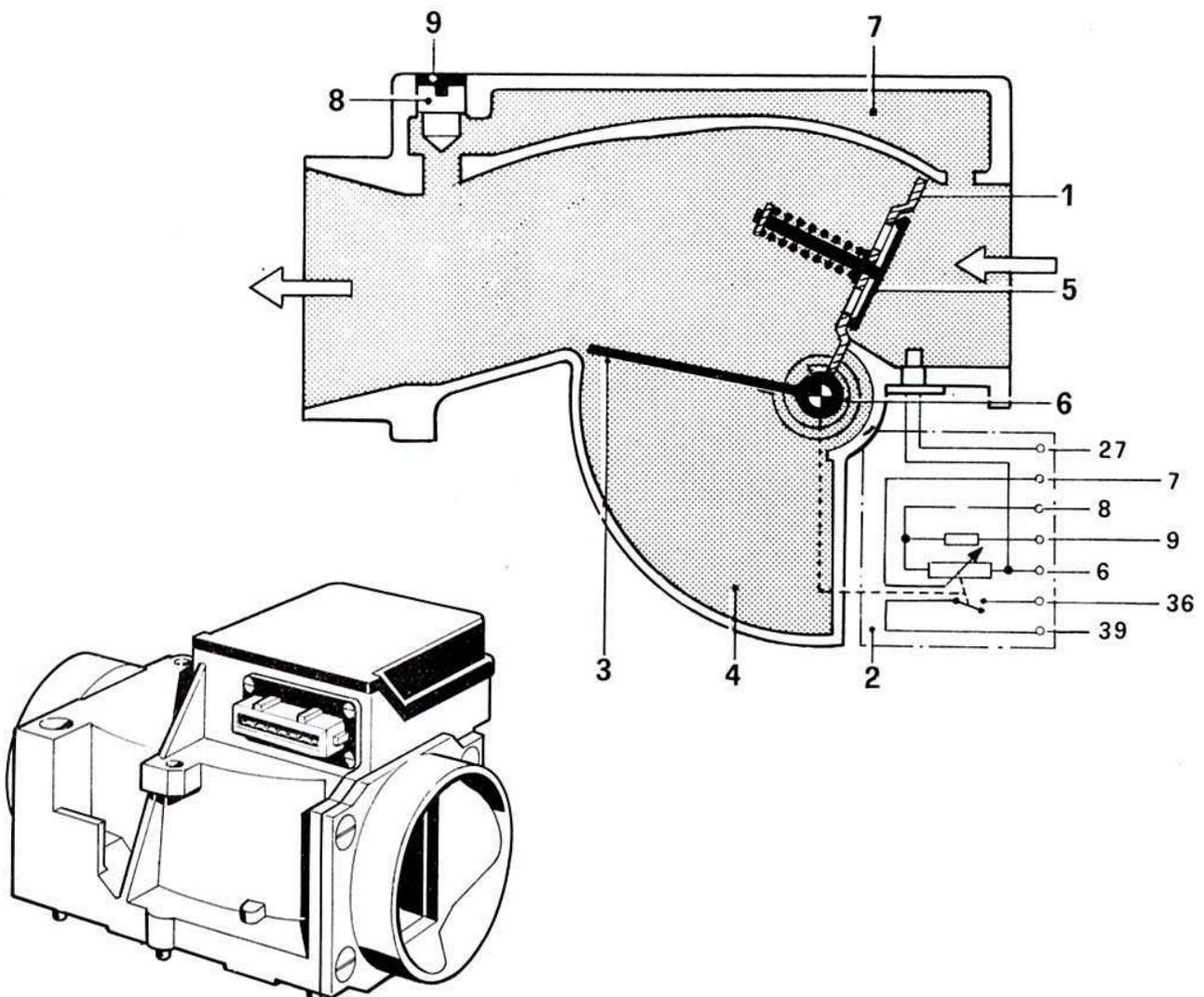
Simultanément, le volet de compensation et la chambre d'amortissement (4) assurent une réduction des pulsations dans le système de mesure.

Le volet mobile comporte un clapet de non-retour (5) qui protège la sonde de débit d'air contre toute détérioration lors des pointes de contre-pression (retour de flamme).

Une petite quantité d'air non mesurée est déportée vers un conduit by-pass (7) dont la section peut être modifiée par la vis de réglage (8); de cette façon il est possible de faire varier le rapport du mélange air-essence aspiré par le moteur au régime de ralenti.

Ce réglage permet de corriger le titre du mélange au ralenti, lorsque la limite d'émission de CO à l'échappement dépasse les normes législatives.

La vis de réglage (8) peut être comparée à la vis de richesse du carburateur, d'où la nécessité du capuchon d'inviolabilité du ralenti (9).



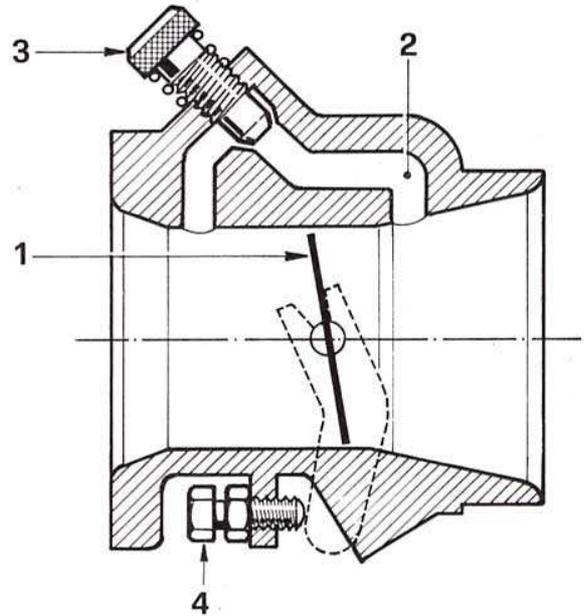
### Corps du papillon d'accélérateur

La quantité d'air nécessaire est déterminée par l'ouverture du papillon unique (1) situé à l'entrée du collecteur d'admission. Le papillon est commandé par la pédale d'accélérateur.

L'air nécessaire pour le régime du moteur au ralenti passe à travers le canal by-pass (2), muni d'une vis de réglage (3); en tournant cette vis, on fait varier la quantité d'air introduite dans le collecteur et, par conséquent, la marche au ralenti.

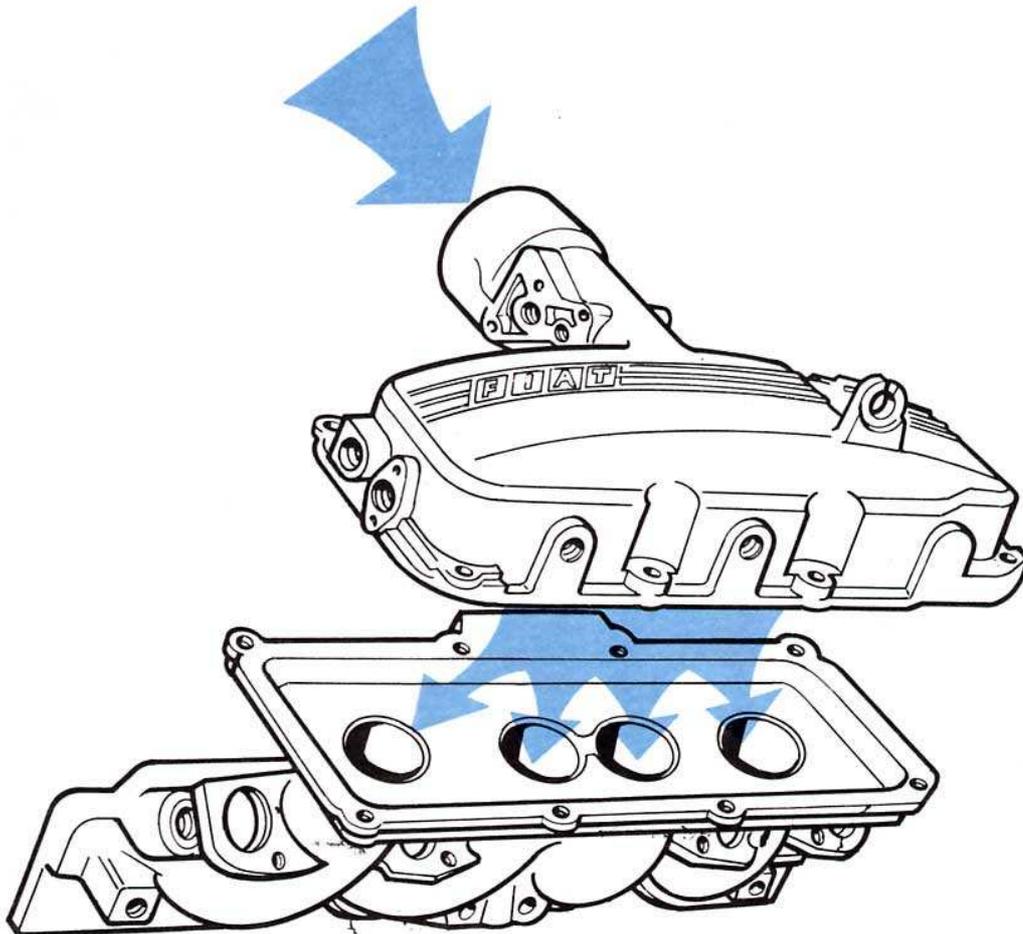
Une deuxième vis (4) avec contre-écrou permet le réglage correct de la fermeture du papillon, afin d'éviter son blocage sur le conduit d'admission d'air, cette vis n'est pas concernée par le réglage du ralenti.

Le réglage du ralenti doit être effectué moteur chaud.



### Collecteur d'admission

Il se compose d'une chambre d'où partent les 4 conduits d'admission (1 par cylindre) de même longueur, ce qui permet la répartition uniforme de l'air pour chaque cylindre.



## CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE - DEMARRAGE

### Principe de fonctionnement

Lors du démarrage, c'est-à-dire tant que le démarreur est enclenché, le système d'injection est commandé directement par le calculateur (14) qui, en neutralisant la sonde de débit d'air, détermine une durée d'injection variable en fonction de la température du liquide de refroidissement.

L'information relative à cette température est fournie au calculateur par une sonde de température (8) située sur la tubulure de sortie du liquide de la culasse.

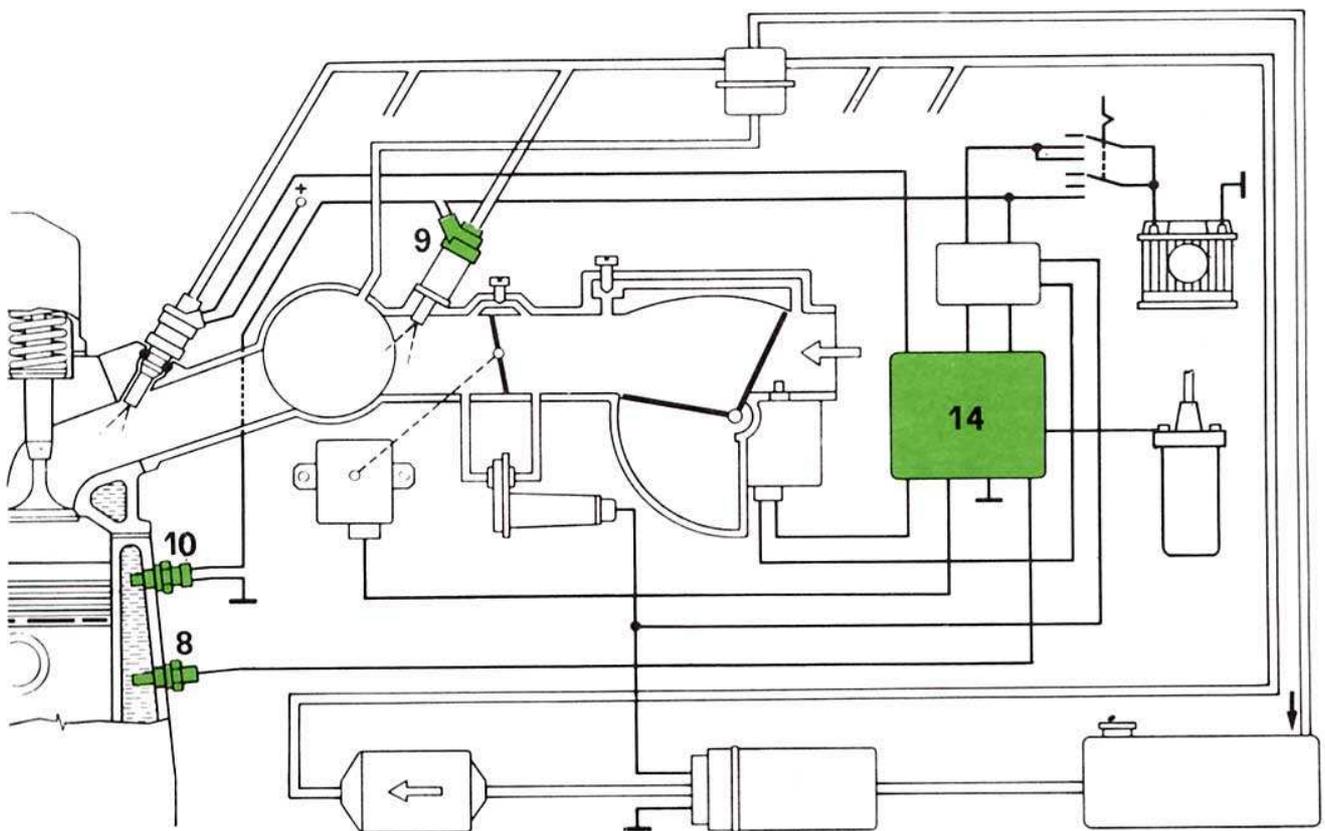
Dans le but de faciliter le départ du moteur à froid, il est prévu un injecteur supplémentaire (9) appelé injecteur de départ à froid, lequel, parallèlement aux 4 injecteurs principaux, pulvérise un supplément de carburant dans le collecteur d'admission.

L'injecteur de départ à froid (9) fonctionne lorsque le démarreur est enclenché et lorsque le thermo-contact temporisé (10), qui est sensible à la température du liquide de refroidissement, le permet (température  $< 35^{\circ}\text{C}$ ).

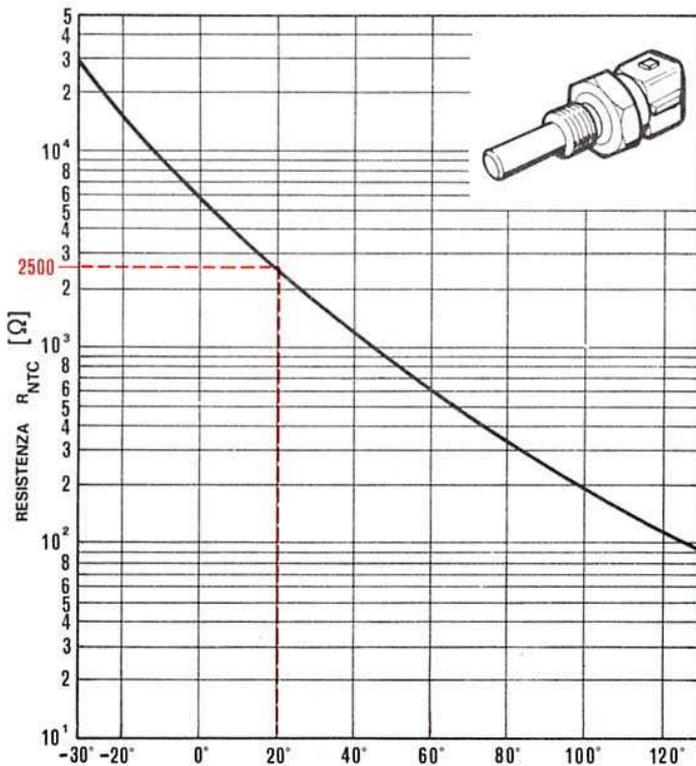
### Description

Le circuit de contrôle électrique - adaptation au départ à froid - est constitué par :

- 8) sonde de température d'eau
- 9) injecteur de départ à froid
- 10) thermo-contact temporisé



## Sonde de température d'eau



Cette sonde mesure la température du liquide de refroidissement et transmet au calculateur les informations correspondantes de correction du mélange (enrichissement) jusqu'à l'obtention de la température de fonctionnement du moteur.

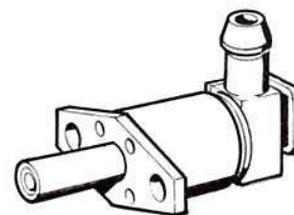
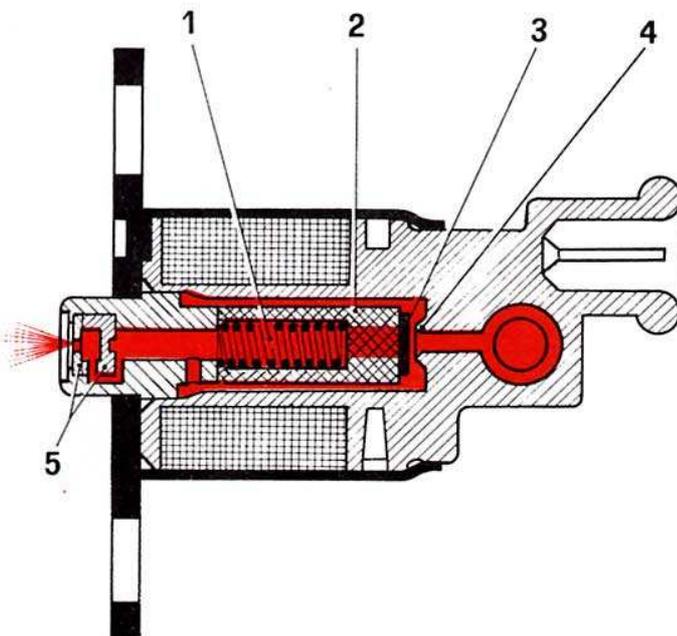
Cette sonde est constituée d'un corps fileté creux, dans lequel est logée une résistance N.T.C. (coefficient de température négatif). Cette résistance diminue au fur et à mesure que la température augmente.

## Injecteur de départ à froid

Il fonctionne pendant le démarrage à froid pendant 8 secondes maximum, en fonction de la température du liquide de refroidissement.

Un ressort hélicoïdal (1) comprime sur le siège de l'injecteur (4) le noyau mobile (2) de l'électro-aimant et son joint (3) : le passage du carburant est fermé.

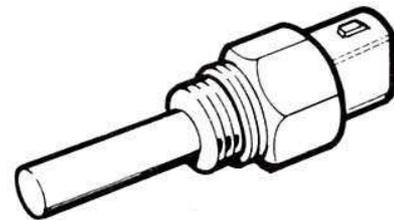
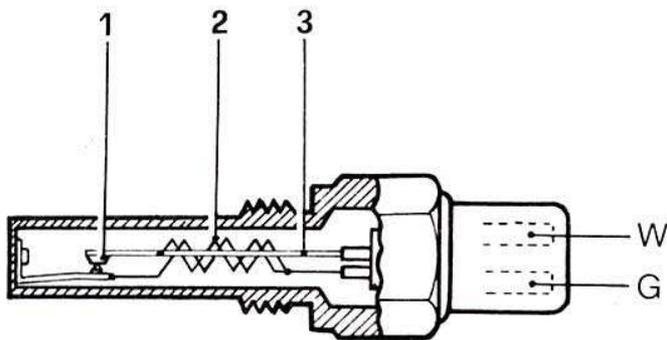
Lorsque le noyau est attiré, le siège de l'injecteur est libéré, le carburant s'écoule latéralement le long du noyau et parvient à la buse à effet giratoire (5) : un mouvement de rotation est imprimé au carburant qui s'échappe alors de l'injecteur en très fine pulvérisation.



## Thermo-contact temporisé

Le thermo-contact temporisé assure la mise en circuit automatique de l'injecteur de départ à froid, en fonction de la température du liquide de refroidissement.

Il comporte un contact (1) à bilame (3), fermé en dessous de  $35^{\circ}\text{C}$ ; une résistance chauffante (2) entoure le bilame et son rôle est d'accélérer le réchauffage du bilame et de limiter ainsi le délai de fonctionnement de l'injecteur de départ à froid, en évitant ainsi le noyage du moteur. Le thermo-contact temporisé est taré pour limiter la durée de mise en circuit de l'injecteur de départ à froid à 8 secondes maximum lorsque la température du liquide de refroidissement, lors du démarrage, est de  $-20^{\circ}\text{C}$ ; dès que cette température augmente jusqu'à  $+35^{\circ}\text{C}$ , la durée de mise en circuit diminue progressivement, au delà de cette température, le démarrage s'effectue sans l'intervention de l'injecteur supplémentaire.



## CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – RECHAUFFAGE

### Principe de fonctionnement

La phase de réchauffage du moteur est consécutive au départ à froid ; le moteur a besoin d'un enrichissement considérable, car une partie du carburant se condense sur les parois encore froides des cylindres. En outre, pour compenser les résistances de frottement accrues, le moteur à l'état froid doit, au ralenti, développer un couple plus puissant.

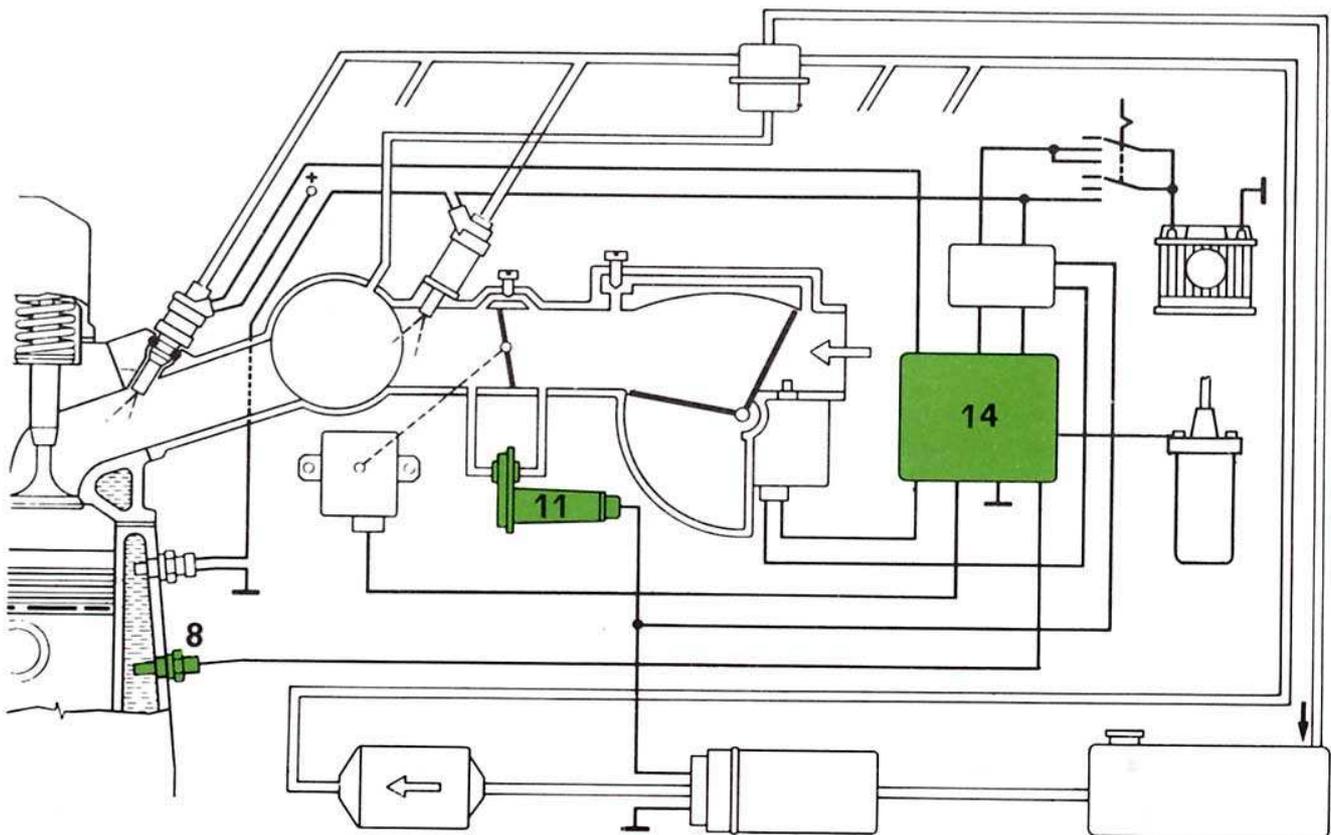
Dans ces conditions, il faut fournir au moteur un mélange ayant un dosage plus riche et en plus grande quantité. L'augmentation du débit d'air aspiré par le moteur au ralenti est réalisée par une soupape appelée "commande d'air additionnel" (11) montée en dérivation sur le papillon d'accélérateur.

L'enrichissement du mélange en phase de réchauffage, par contre, est réalisé par le calculateur qui, sur la base des informations fournies par la sonde de température (8), déclenche le processus de régulation de la durée d'injection.

### Description

Le circuit de contrôle électrique en phase de réchauffage est caractérisé par la :

"Commande d'air additionnel"

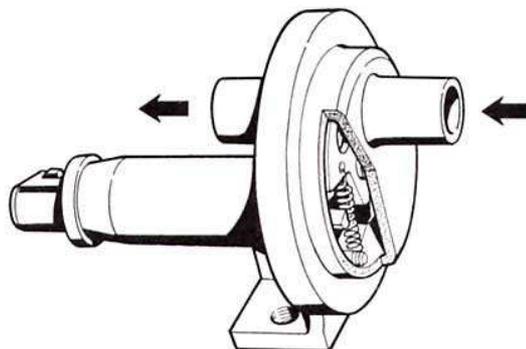
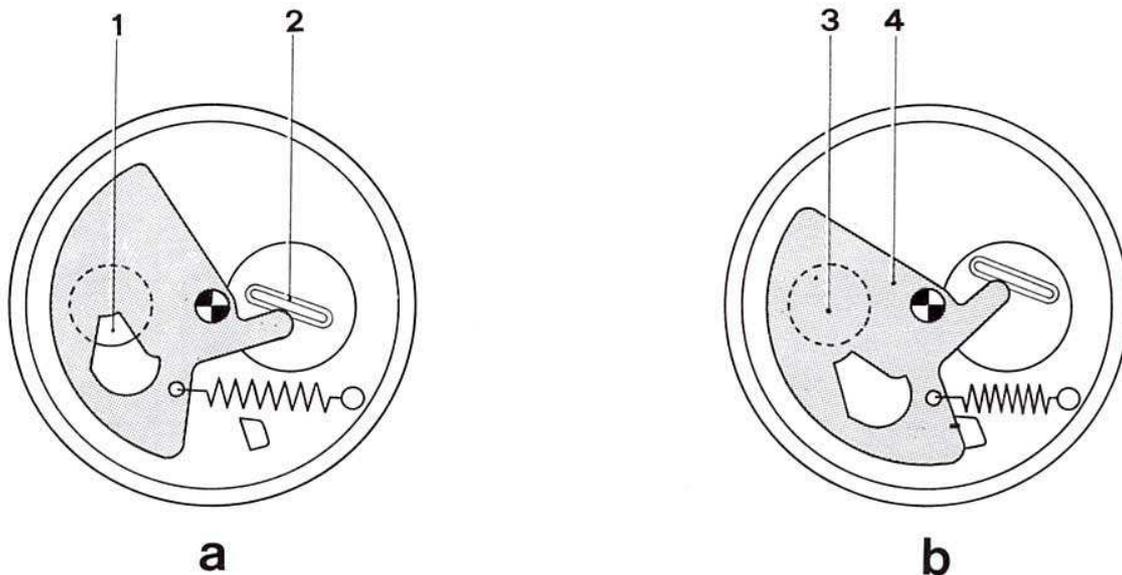


## Commande d'air additionnel

C'est une soupape qui contrôle l'apport d'air supplémentaire dont le moteur a besoin en phase de réchauffage. Cette commande a la même fonction que le starter automatique des carburateurs.

La section d'ouverture (3) est réglée par un curseur mobile appelé "volet d'arrêt" (4) sur lequel est aménagé un orifice (1) pour le passage de l'air. Le volet d'arrêt est actionné par un bilame (2) à chauffage électrique, alimenté en permanence par le relais double.

Dès que la température s'élève, le bilame se cintre et fait pivoter le volet en s'opposant à l'action d'un ressort de rappel ; en se déplaçant, le volet modifie la section du canal d'air additionnel, jusqu'à sa fermeture lorsque le moteur est chaud.



## CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – FONCTIONNEMENT A BASSE TEMPERATURE

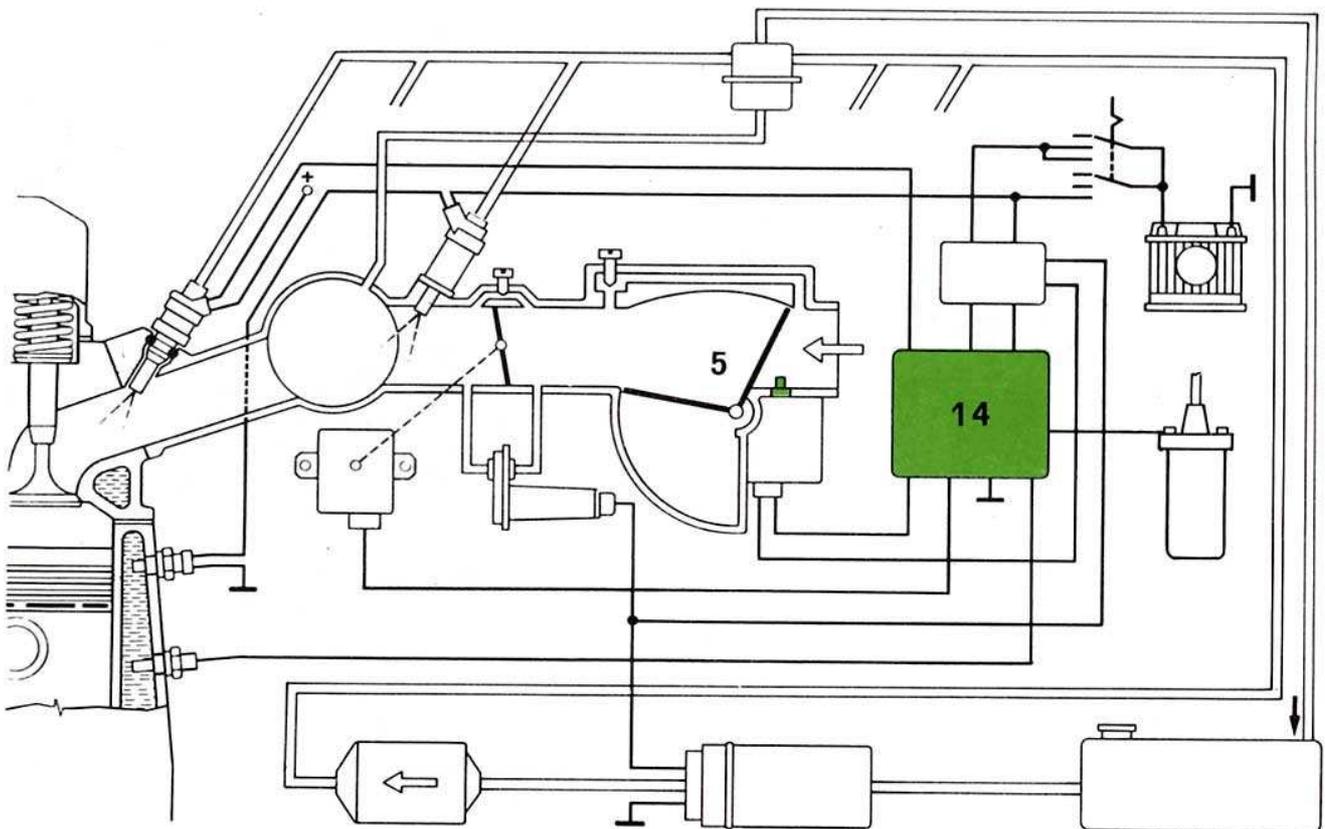
### Principe de fonctionnement

Une sonde de température d'air est logée en amont du volet mobile de la sonde de débit d'air (5). Cette sonde de température transmet au calculateur l'information nécessaire pour la correction de la durée d'injection, en fonction de la température de l'air, pour maintenir constant le rapport air-essence.

### Description

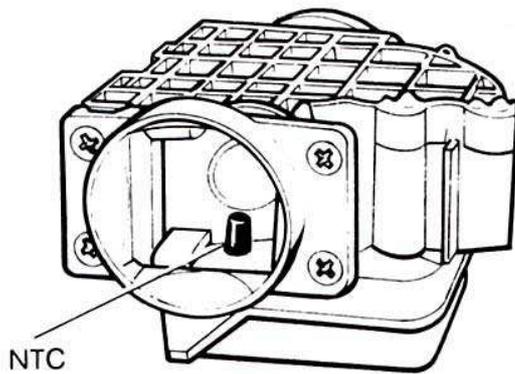
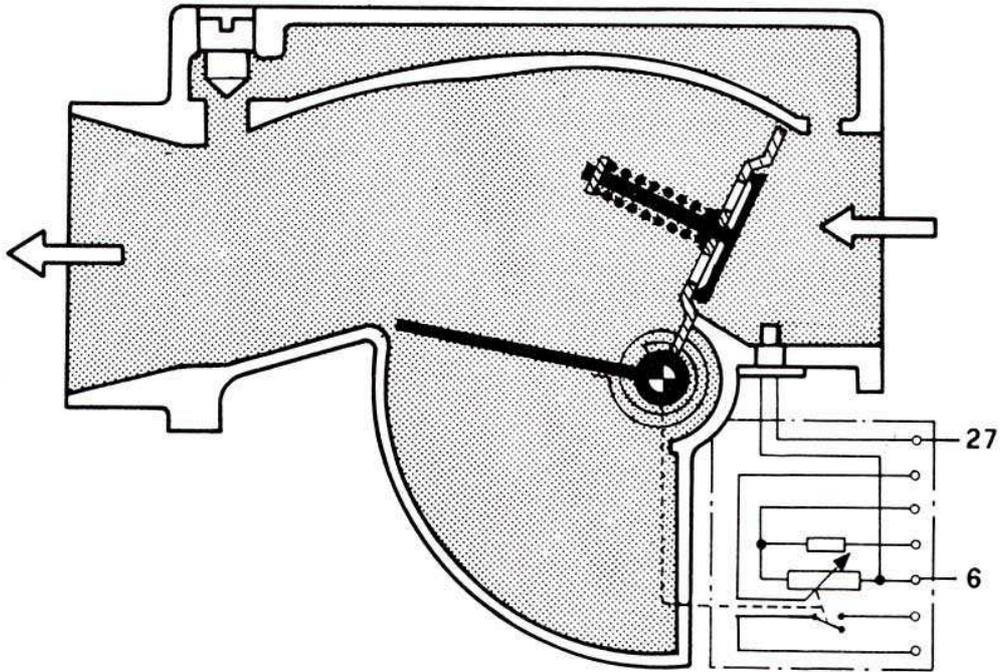
Le circuit de contrôle électrique en phase de fonctionnement à basse température est caractérisé par :

La sonde de température d'air aspiré, dans la sonde de débit d'air (5).



## Sonde de température d'air

Dans cette sonde se trouve une résistance NTC, ce qui lui donne cette propriété : la résistance diminue au fur et à mesure que la température s'élève.  
La correction du dosage du mélange se réalise entre  $- 30^{\circ} \text{C}$  et  $+ 40^{\circ} \text{C}$  de température de l'air aspiré.



## CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – FONCTIONNEMENT A PLEINE CHARGE ET EN DECELERATION

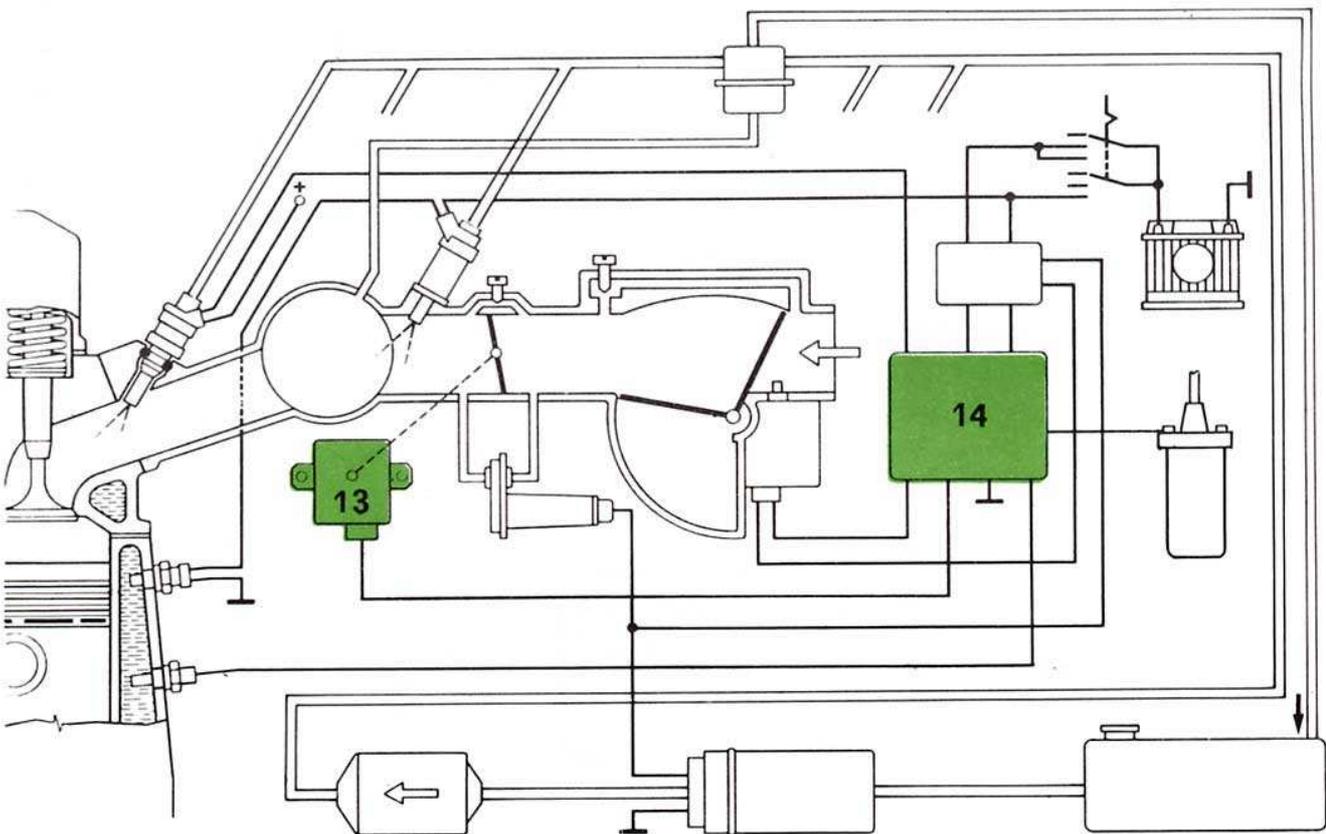
### Principe de fonctionnement à pleine charge

Afin d'améliorer les performances du moteur, il faut enrichir le mélange air-essence lors du fonctionnement à pleine charge. La condition de pleine charge est signalée au calculateur par un contacteur de papillon (13) qui comporte un contact électrique qui se ferme au régime de ralenti, et un contact électrique qui se ferme au régime de pleine charge.

Le calculateur traite l'information qui lui est transmise par le contact de pleine charge et enrichit d'environ 10% le mélange, si l'ouverture du papillon dépasse les 3/4.

### Note pour les véhicules version USA

Pendant la phase d'enrichissement, le calculateur neutralise le circuit de régulation de la sonde Lambda.



## Principe de fonctionnement en décélération

Lors du fonctionnement en frein moteur, le système de régulation permet de supprimer complètement les impulsions d'injection, en éliminant ainsi l'émission des gaz imbrulés, particulièrement dangereux lors de la phase de décélération, et réalisant en même temps une économie non négligeable de carburant.

Le calculateur, grâce à l'information qui lui est donnée par le contact de ralenti du contacteur de papillon (13), peut couper les impulsions d'injection jusqu'à ce que le régime du moteur, papillon d'air complètement fermé, se maintienne à une valeur supérieure à celle préfixée. Le régime auquel l'injection reprend est fonction de la température de l'eau du moteur, relevée par la sonde de température d'eau. Ce régime correspond à 2000 tr/mn à 0° C et descend jusqu'à 1200 tr/mn lorsque la température du liquide de refroidissement atteint 80° C.

En outre, dans le but d'éviter une variation trop brusque du couple moteur à l'instant où l'injection de carburant recommence, le papillon d'air étant ouvert ou le régime prescrit étant atteint, cette reprise s'effectue en deux temps : tout d'abord le moteur reçoit une partie seulement du carburant nécessaire et c'est après quelques dixièmes de seconde que, progressivement, l'injection atteint sa valeur nominale.

### Note pour les véhicules version USA

Pendant la phase de décélération avec, en même temps, l'arrêt des impulsions d'injection, le calculateur coupe le circuit de régulation de la sonde Lambda.

## Description

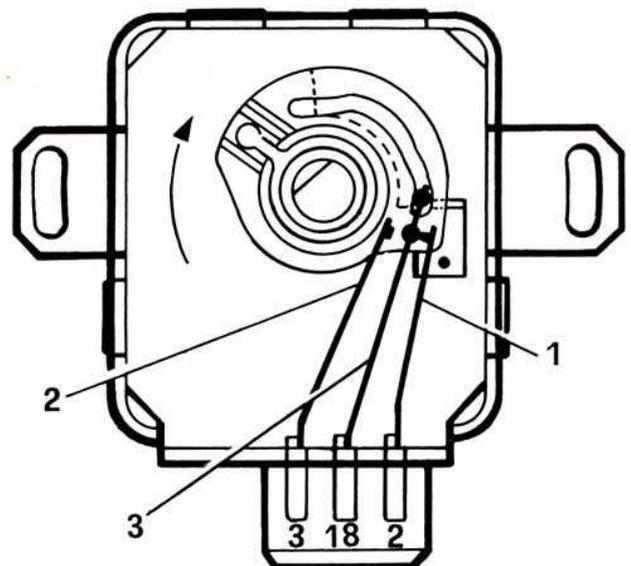
Le circuit de contrôle électrique du fonctionnement à pleine charge et en décélération est caractérisé par :

- 13) Un contacteur de papillon

### Contacteur de papillon

Le contacteur de papillon comporte un contact de ralenti (1) et un contact de pleine charge (2). Le contact central (3), actionné par une coulisse selon la position du papillon d'accélérateur, ferme les contacts de ralenti ou de pleine charge.

Les signaux émis sont élaborés par le calculateur pour déterminer l'enrichissement idéal de pleine charge ou la coupure de l'injection en décélération.



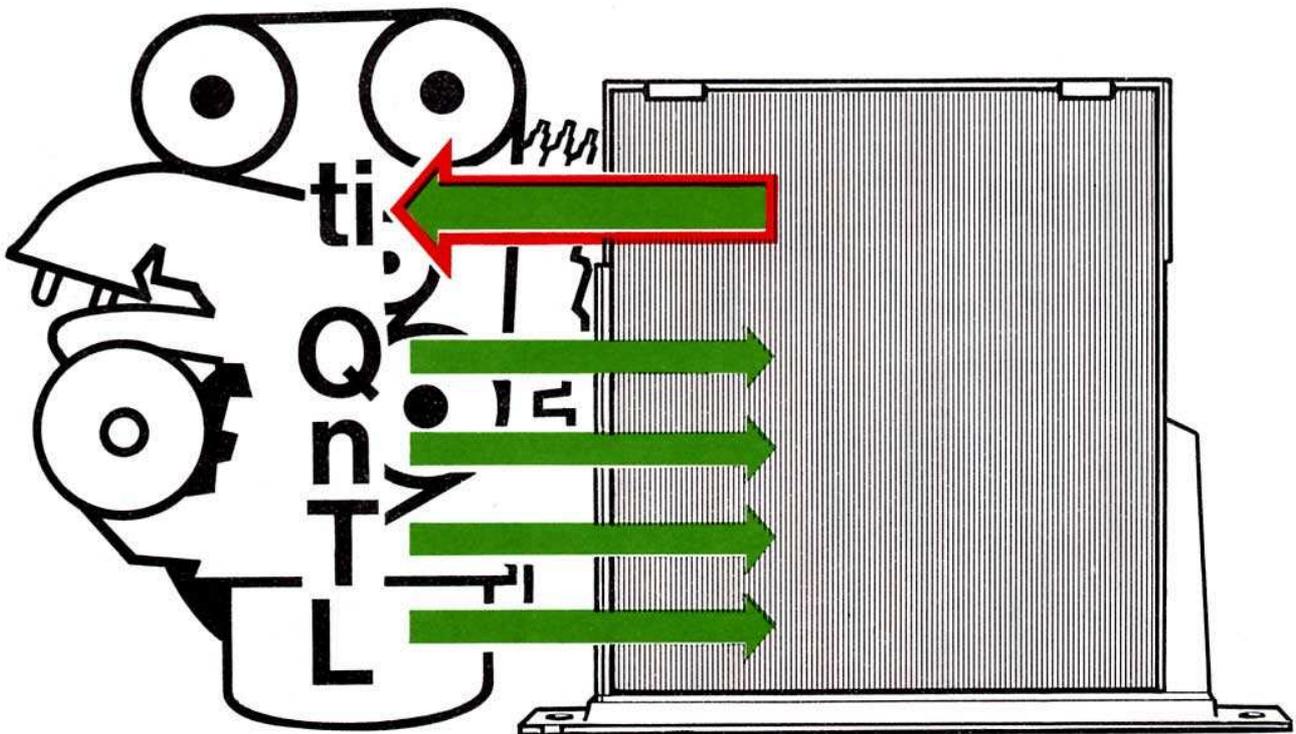
## CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – CALCULATEUR ELECTRONIQUE

### Principe de fonctionnement

Le calculateur reçoit les données concernant :

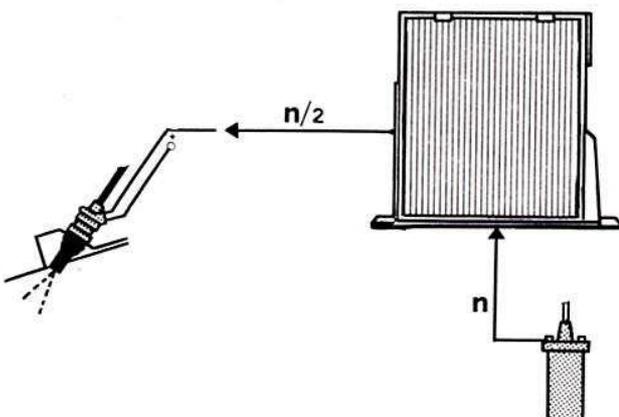
- la quantité d'air aspirée ( $Q$ )
- la température du liquide de refroidissement ( $T$ )
- la température de l'air aspiré ( $T$ )
- la position du papillon d'accélérateur ( $L$ )
- le régime du moteur ( $n$ )

Il élabore ces données et envoie des impulsions électriques aux injecteurs (durée d'injection  $t_i$ ). Le calculateur est relié avec chaque composant par l'intermédiaire d'un connecteur multiple et un faisceau de câbles. Il renferme environ 80 éléments, dont 3 microcircuits intégrés et il est réalisé d'après la technique des circuits imprimés.



## CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – POINT D'INJECTION

### Principe de fonctionnement



Tous les injecteurs sont branchés électriquement en parallèle et ils injectent simultanément, à chaque tour de vilebrequin, la moitié de la quantité du carburant nécessaire.

L'impulsion de début d'injection est prélevée sur le circuit primaire de la bobine d'allumage, directement depuis le calculateur qui élabore les signaux pour effectuer deux injections par cycle.

## CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – SONDE LAMBDA (USA SEULEMENT)

### Principe de fonctionnement

La sonde Lambda a pour fonction de fermer le circuit de régulation, en envoyant au calculateur l'information concernant la composition des gaz d'échappement et assurer ainsi la condition de fonctionnement optimale du catalyseur.

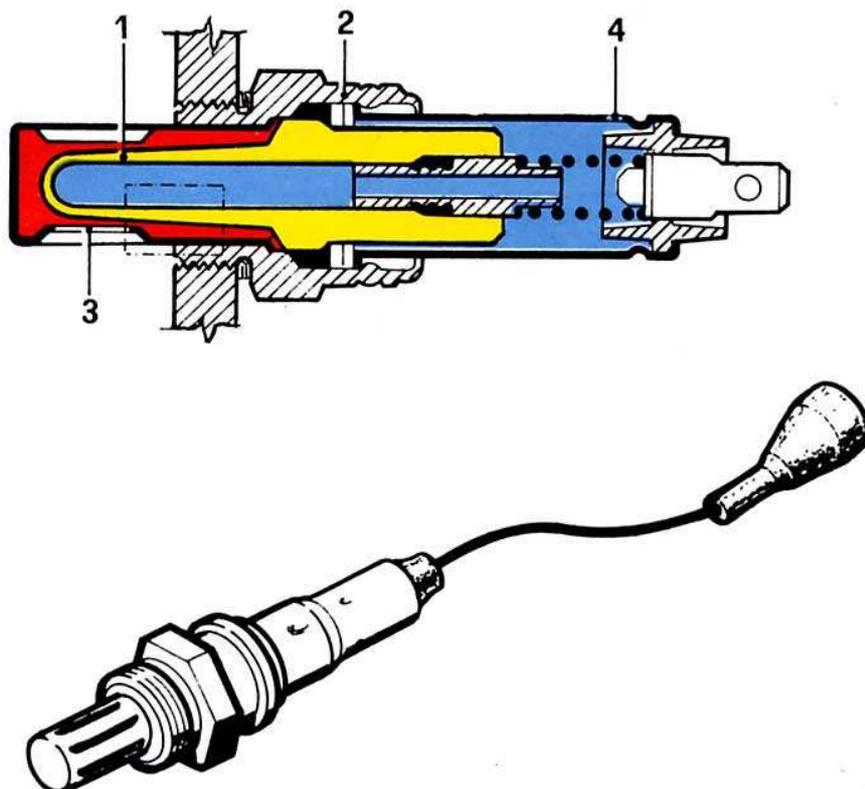
Elle se compose d'un corps cylindrique en céramique (1) dont une extrémité est fermée, logé dans un corps métallique (2) de protection qui permet son montage sur le collecteur d'échappement ; la partie extérieure (3) de la sonde est soumise à l'action des gaz d'échappement, tandis que la partie intérieure (4) est exposée à l'air ambiant.

Le fonctionnement de la sonde est basé sur la propriété que possède le matériau céramique utilisé, de devenir conducteur aux ions d'oxygène à partir d'une température de 300° C. Si la teneur en oxygène est différente sur les deux côtés de la sonde, une tension prend naissance entre les deux surfaces limites, en raison de la propriété spéciale du matériau utilisé. Cette tension permet de mesurer la différence de la teneur en oxygène sur les deux côtés de la sonde, c'est-à-dire qu'un contrôle s'effectue pour déterminer si le mélange air-carburant programmé donne effectivement lieu à une combustion propre, donc pauvre en résidus polluants. Si le rapport du mélange s'écarte de la valeur prescrite, la sonde détecte cette variation par la mesure de la teneur en oxygène dans le gaz d'échappement et en avertit le calculateur sous forme de signal électrique.

Le calculateur élabore alors une modification de la durée d'injection et corrige, avec un synchronisme parfait, le mélange air-carburant.

Du fait que la sonde fournit un signal utilisable seulement au dessus d'une température de 300° C, à l'intérieur du calculateur se trouve un circuit approprié de contrôle qui bloque la régulation en phase de réchauffage.

Enfin, le circuit de régulation de la sonde est exclu lors du fonctionnement à pleine charge du moteur (signalé par le contacteur de papillon, contact de pleine charge) : dans ces conditions l'enrichissement du mélange est réalisé.

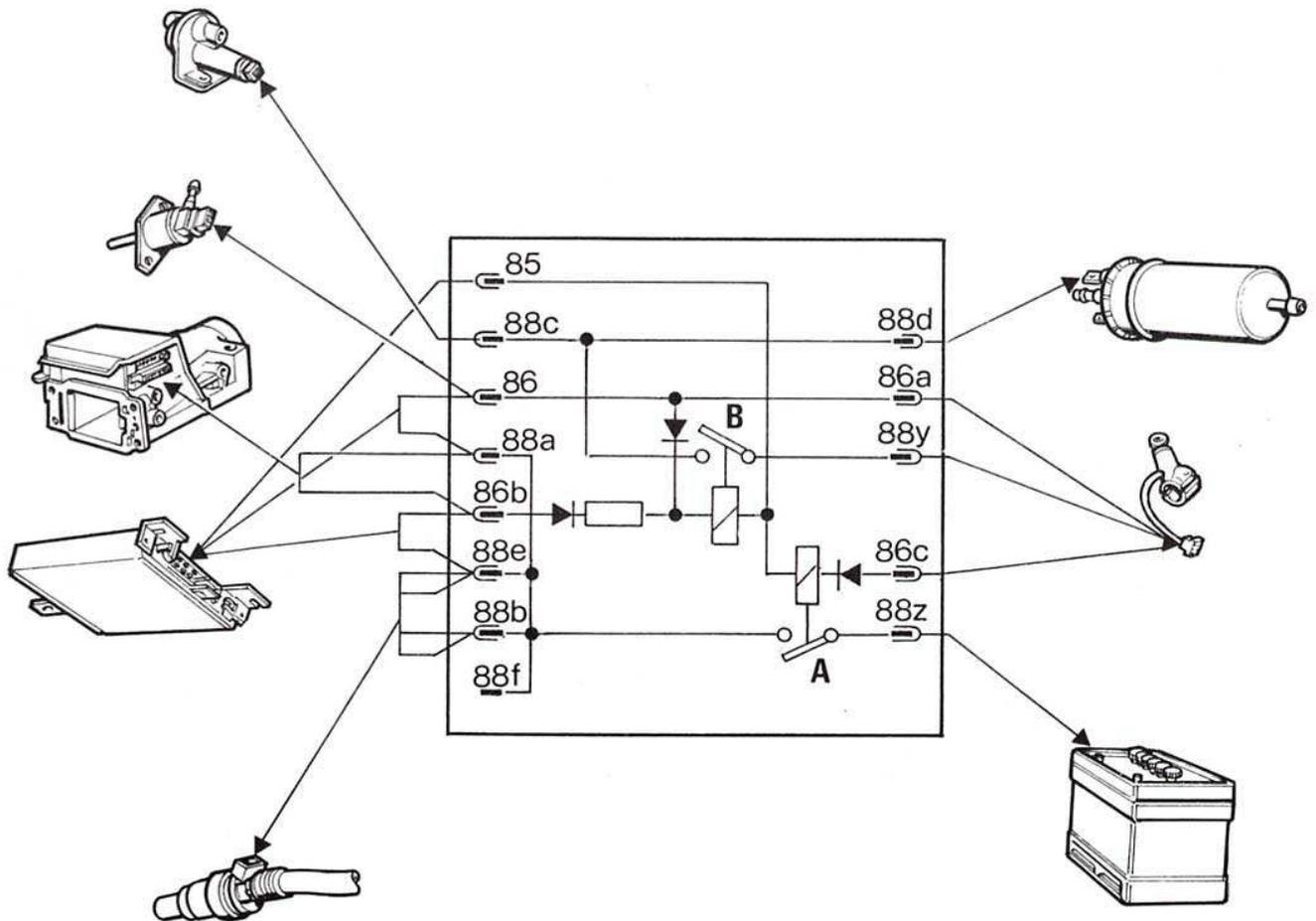


## CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – LE RELAIS DOUBLE

### Relais double

L'alimentation électrique du système d'injection est assurée par un relais double. Le relais double se compose de deux relais ayant chacun une fonction bien spécifique :

- A — Relais des commandes principales, qui fournit la tension au calculateur, aux injecteurs et aux contacts de la pompe à essence dans la sonde de débit d'air (débitmètre).
- B — Relais de la pompe à essence, qui alimente la pompe à essence, la commande d'air additionnel et l'injecteur de départ à froid avec son thermo-contact temporisé.

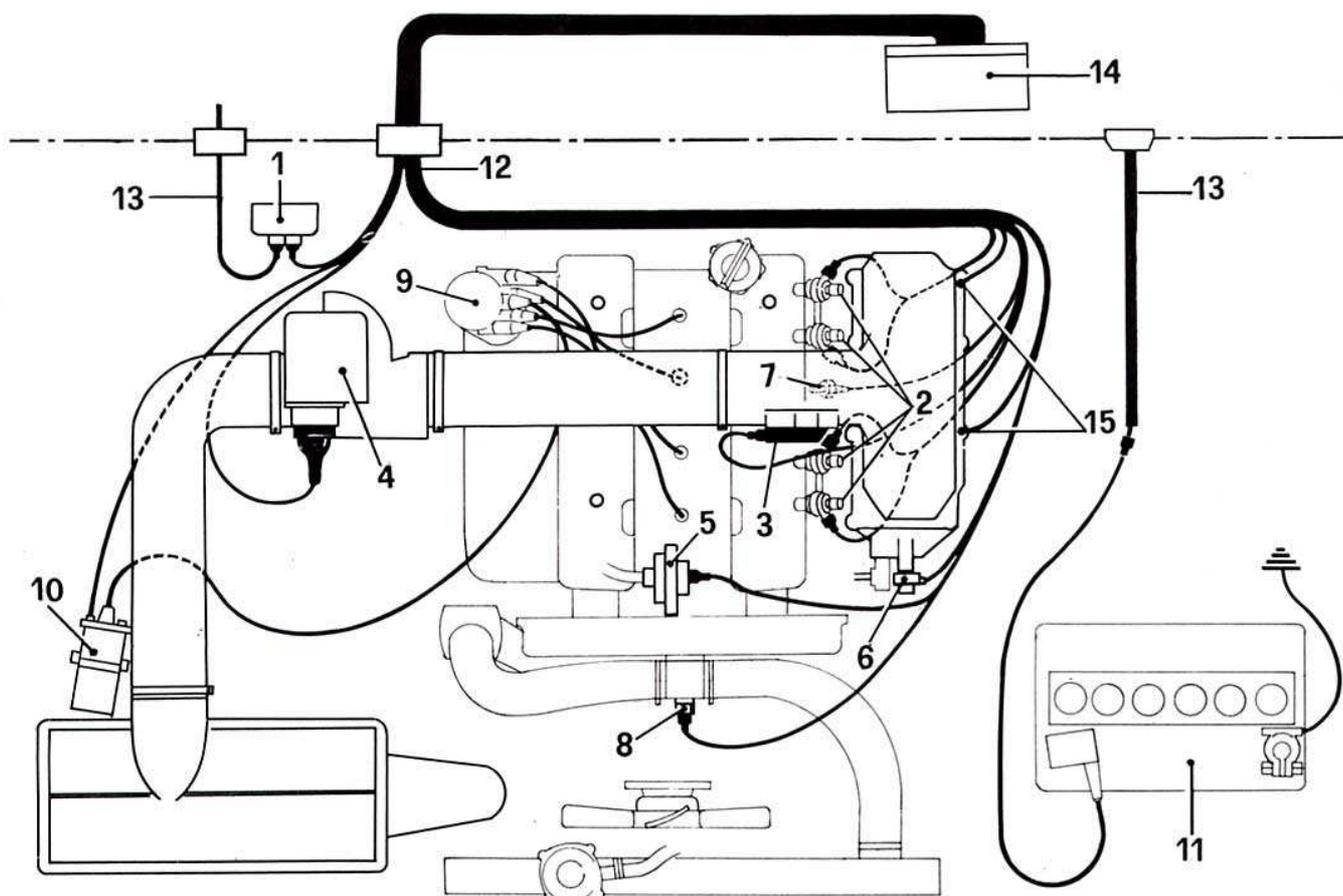


## CIRCUIT DE CONTROLE ELECTRIQUE – FAISCEAU DE RACCORDEMENT

### Faisceau de raccordement

La connexion de tous les éléments électriques du système d'injection se réalise à travers un faisceau de câbles spécifiques (12), muni de connecteurs à prise rapide de différentes couleurs, ou ayant la même couleur mais avec un nombre différent de broches, de façon à rendre les raccordements faciles, ne pouvant pas provoquer des anomalies ou des dommages sérieux à l'installation.

L'alimentation de la batterie (11) se fait à travers le circuit électrique du véhicule (13) relié au relais double (1) au moyen d'un connecteur (blanc) à 5 broches.



### Indice de raccordements

#### Éléments

- Calculateur électronique (14)
- Sonde de température d'eau (8)
- Contacteur sur axe de papillon (3)
- Commande d'air additionnel (5)
- Sonde de débit d'air (4)
- Thermo-contact temporisé (7)
- Injecteur de départ à froid (6)
- Injecteurs (2)
- Relais double (1)
- Bobine d'allumage (10)

#### Connecteurs

- |        |              |
|--------|--------------|
| noir   | à 35 broches |
| blanc  | à 2 broches  |
| noir   | à 3 broches  |
| noir   | à 2 broches  |
| noir   | à 7 broches  |
| marron | à 2 broches  |
| bleu   | à 2 broches  |
| gris   | à 2 broches  |
| blanc  | à 7 broches  |
| noir   | à 1 broche   |

**NOTE :** Les références numériques des divers éléments indiqués ci-dessus concernent la documentation BOSCH et diffèrent de celles données dans les pages précédentes.